

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ» ім Ігоря Сікорського
(повне найменування вищого навчального закладу)

ІНЖЕНЕРНО - ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра автоматизації хімічних виробництв
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавр

з напрямку підготовки (спеціальності) 6.050202 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

на тему: Автоматизація процесу виробництва дихлоретану з хлору та етилену

Виконав: студент IV курсу, групи ЛА-52
(шифр групи)

Ніколаєв Дмитро Юрійович
(прізвище, ім'я, по-батькові)

(підпис)

Київ - 2019 року

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені Ігоря Сікорського»
(повне найменування вищого навчального закладу)

ІНЖЕНЕРНО - ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра автоматизації хімічних виробництв
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

А.І.Жученко

«___» _____ 20__ р

Дипломний проект
освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»
(назва ОКР)

з напрямку підготовки 6.050202 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

на тему: Автоматизація процесу отримання дихлоретану з хлору та етилену

Виконав: студент 4 курсу, групи ЛА-52

(шифр групи)

Ніколаєв Дмитро Юрійович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

_____ (підпис)

Керівник ст. викл. Ситніков О. В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультант Охорона праці

(назва розділу)

к.т.н., доц. Ковтун І. М.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що в цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань

Студент _____

(підпис)

Київ - 2019 року

Додаток Д.3. ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

| № з/п | Формат | Позначення | | | Найменування | Кількість листів | Примітка | |
|-------|--------|---------------------|--|--|---|------------------|----------|--|
| 1 | A4 | | | | Завдання на дипломний проект | 2 | | |
| 2 | A4 | ДП 5211. 00.001 ПЗ | | | Пояснювальна записка | 61 | | |
| 3 | A4 | ДП 5211. 00.000 | | | Д.1. Специфікація устаткування, виробів, матеріалів | 2 | | |
| 4 | A4 | ДП 5211.00.000 | | | Д.2. Лістинг веб-сторінки | 18 | | |
| 5 | A4 | ДП 5211. 00.000.00 | | | Д.3. Відомість дипломного проекту | 1 | | |
| 6 | A1 | ДП 5211. 01.000 СхА | | | Схема автоматизації технологічного процесу | 1 | | |
| 7 | A1 | ДП 5211. 02.000 СхЕ | | | Принципова електрична схема дистанційного керування електродвигунами_____ | 1 | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
ім. І. Сікорського**

Інститут (факультет) Інженерно-хімічний факультет
(повна назва)

Кафедра Автоматизації хімічних виробництв
(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 6.050202 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ А.І. Жученко
(підпис) (ініціали, прізвище)

« _____ » _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Ніколаєву Дмитру Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Автоматизація процесу отримання дихлоретану з хлору та етилену _____,

керівник проекту ст. викл. Ситніков Олексій Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «12» травня 2019 р. № 1525

2. Термін подання студентом проекту _____

3. Вихідні дані до проекту система керування, що забезпечує задані часові показники якості процесу керування _____

4. Зміст пояснювальної записки

Аналіз процесу отримання дихлоретану з хлору та етилену; розробка схеми автоматизації процесу; математичне моделювання холодильника; синтез та дослідження системи керування холодильником; охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) Схема автоматизації процесу отримання дихлоретану з хлору та етилену, принципова електрична схема дистанційного керування електричних двигунів, монтажно-комутаційна схема до системи дистанційного керування та технологічних блокувань.

6. Консультанти розділів проекту

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---------------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Охорона праці | Ковтун І.М., доцент | | |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

| № з/п | Назва етапів виконання дипломного проекту | Термін виконання етапів проекту | Примітка |
|-------|--|---------------------------------|----------|
| 1 | Аналіз процесу виробництва дихлоретану з хлору та етилену | 2.04.2019 | |
| 2 | Розробка схеми автоматизації | 07.04.2019 | |
| 3 | Отримання математичної моделі холодильника | 22.04.2019 | |
| 4 | Дослідження статичного і динамічного режимів об'єкта керування | 25.04.2019 | |
| 5 | Синтез системи керування | 07.05.2019 | |
| 6 | Розробка креслень | 26.05.2019 | |
| 7 | Охорона праці | 04.06.2019 | |

Студент

(підпис)

Ніколаєв Д.Ю.
(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

(підпис)

Ситніков О.В.
(ініціали, прізвище)

Реферат

Дипломний проект на тему "Автоматизація процесу виробництва дихлоретану з хлору та етилену" містить пояснювальну записку об'ємом у 46 сторінки, 1 лист креслення форматом A1, одне креслення формату A2. 2 креслення форматом A2.

Пояснювальна записка містить 21 рисунок, 4 таблиці, 3 додаток і 12 літературних джерел.

У розділах пояснювальної записки виконане аналіз технологічного стану виробництва, розроблено технологічну схему автоматизації, підібрано регулюючі та контрольно-вимірювальні прилади.

Також у дипломному проекті розглянуто питання охорони праці на виробництві дихлоретану з хлору та етилену.

При виконанні дипломного проекту були використані методи теорії автоматичного керування та математичного моделювання.

Було створено інформаційну веб-сторінку про процес виробництва дихлоретану з хлору та етилену.

За результатами роботи опубліковано тези на міжнародній конференції. Основні результати можуть бути використані для попередньої оцінки параметрів налаштування реальних систем керування та в якості дидактичних матеріалів курсів «Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів», «Проектування систем управління», «Автоматизація хімічних виробництв» та «Теорія автоматичного керування»

Ключові слова: автоматизація, холодильник, веб-сторінка, технологічний процес, схема автоматизації, контроль та регулювання, об'єкт керування, передатна функція, перехідна характеристика, синтез регулятора, техніка безпеки.

Abstract

The diploma project on the theme "Automation of the process of producing dichloroethane from chlorine and ethylene" contains an explanatory note with a volume of 46 pages, 1 sheet of drawings in the format A1, one drawing of the format A2. 2 drawings in A2 format.

The explanatory note contains 21 figures, 4 tables, 3 annexes and 12 literary sources.

In the sections of the explanatory note, an analysis of the technological state of production was made, a technological scheme of automation was developed, and regulatory and control instruments were selected.

Also in the diploma project the issues of labor protection in the production of dichloroethane from chlorine and ethylene are considered.

When completing the diploma project, methods of the theory of automatic control and mathematical modeling were used.

An information webpage on the process for the production of chlorine and ethylene dichloroethane was created.

The results of the thesis have been published at the international conference. The main results can be used to pre-evaluate the parameters of setting up real control systems and as didactic materials of the courses "Identification and modeling of technological objects", "Designing control systems", "Automation of chemical production" and "The theory of automatic control"

Key words: automation, refrigerator, web page, technological process, automation circuit, control and regulation, control object, transfer function, transient characteristic, regulator synthesis, safety technique.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| 1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЦТВА ДИХЛОРЕТАНУ З ХЛОРУ ТА ЕТИЛЕНУ..... | 9 |
| 1.1 Загальні відомості..... | 9 |
| 1.2 Характеристика сировин..... | 9 |
| 1.3 Фізичні та хімічні властивості дихлоретану..... | 11 |
| 1.4 Токсичність дихлоретану..... | 13 |
| 1.5 Отримання дихлоретану..... | 14 |
| 1.6 Застосування дихлоретану..... | 17 |
| 1.7 Опис технологічної схеми виробництва дихлоретану..... | 18 |
| 1.8 Постановка задачі автоматизації у процесі виробництва дихлоретану з хлору та етилену | 20 |
| 2. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ХОЛОДИЛЬНИКА..... | 21 |
| 2.1 Дослідження структурно-параметричної схеми..... | 13 |
| 2.2 Моделювання статичного режиму..... | 24 |
| 2.3 Моделювання динамічного режиму..... | 27 |
| 3. СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ..... | 30 |
| 3.1 Налаштування регуляторів..... | 31 |
| 3.2 Дослідження на стійкість..... | 34 |
| 4. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ..... | 37 |
| 4.1 Обґрунтування вибору технічних засобів автоматизації..... | 37 |
| 4.2 Розробка схеми автоматизації..... | 37 |
| 5. РОЗРОБКА ВЕБ-СТОРІНКИ..... | 41 |
| 5.1 Загальні відомості..... | 42 |
| 5.2 Опис веб-сторінки..... | 43 |
| 6. Охорона праці..... | 50 |

| | | | | | | | | |
|-----------|------|---------------|--------|------|--|---|------|---------|
| | | | | | ЛА52.11.ДП.00.001.ПЗ | | | |
| Змн | Лист | № докум. | Підпис | Дата | Автоматизація процесу виробництва дихлоретану з хлору та етилену Пояснювальна записка | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Розробив | | Ніколаєв Д.Ю. | | | | | | |
| Перевірів | | Ситніков О.В. | | | | | 2 | |
| Н.Контр. | | | | | | КПІ ім. Ігоря Сікорського ІХФ, гр. ЛА-52 | | |
| Затвердив | | Жученко А.І. | | | | | | |

Висновки.....60

Література.....61

| | | | | | | | | |
|-----------|---------------|----------|--------|------|---|---|------|---------|
| | | | | | ЛА52.11.ДП.00.001.ПЗ | | | |
| | | | | | | | | |
| Змн | Лист | № докум. | Підпис | Дата | Автоматизація процесу виробництва дихлоретану з хлору та етилену Пояснювальна записка | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Розробив | Ніколаєв Д.Ю. | | | | | | 3 | |
| Перевірів | Ситніков О.В. | | | | | | | |
| | | | | | | КПІ ім. Ігоря Сікорського ІХФ, гр. ЛА-52 | | |
| Н.Контр. | | | | | | | | |
| Затвердив | Жученко А.І. | | | | | | | |

Вступ

Метою дипломної роботи є вивчення процесу виробництва дихлоретану з хлору та етилену

Дихлоретан застосовують в якості напівпродукту для отримання вінілхлориду, близько 80%, а також етиленгліколю, тіоколу і ін. речовин.

Науковою новизною дипломного проекту є створення схеми автоматизації процесу виробництва дихлоретану з хлору та етилену. Для розробки схеми автоматизації в проект впроваджено сучасні устаткування та технічні засоби автоматизації, що відповідають вимогам точності та економічності. Для продуктивної роботи автоматичної системи керування розраховані параметри регуляторів, що забезпечують задані показники якості системи.

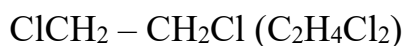
Однією з задач роботи є автоматизація хилодильника для підвищення продуктивності та економічної вигоди.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 8 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЦТВА ДИХЛОРЕТАНУ З ХЛОРУ ТА ЕТИЛЕНУ

1.1 Загальні відомості

Дихлоретан — хлорорганічна речовина, безбарвна, має солодкуватий запах, має формулу:

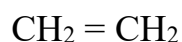


Є сильним наркотичним засобом, який здійснює на людину канцерогенну дію. Вперше синтезований в 1795 році голландськими вченими. Широко застосовується як напівпродукт органічного синтезу (зазвичай у виробництві вінілхлориду), а також як розчинник.[1]

1.2 Характеристика сировин

Етилен - безбарвний газ з солодкуватим запахом. Через високу токсичність і отруйний вплив на організм людини відноситься до 4-го класу небезпеки.

Етилен має формулу:



Фізико-хімічні властивості етилену:

Молекулярна маса – 28 моль

Щільність – 1.261 кг/м³

Розчинність у воді при нормальних умовах – 0.281 г/дм³

Температура кипіння - мінус 103.71°C

Температура плавлення – мінус 169.5°C

Гранично допустима концентрація етилену 100 мг/см³. При перевищенні гранично допустимої норми етилен має наркотичний вплив, викликає біль в голові, запаморочення, погіршення дихання, втрату свідомості. Етилен горючий газ, що здатен вибухнути при підвищеному тиску, високій температурі, при впливі відкритого вогню з киснем. Нижні концентровані границі займання в повітрі складає близько 3.11% об'ємн., верхні границі займання – не перевищують 32% об'ємн.[5]

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 9 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Хлор – негорючий, угарний газ з різким запахом, жовто-зеленого кольору, важчий, ніж повітря у 2.5 рази

Фізико-хімічні властивості:

Молекулярна маса – 35 моль

Щільність – 3.214 кг/см³

Розчинність у воді при нормальних умовах – 7.4 г/дм³

Температура кипіння – мінус 34.05°C

Температура плавлення – мінус 101.6°C

Хлор викликає подразнення поверхневих дихальних шляхів та слизових оболонок, викликає набряк легень. При впливі на шкіру викликає хімічні опіки. Клас небезпеки – 2 (речовина високо-небезпечна). При взаємодії з воднем утворює вибухонебезпечні суміші. Гранично допустима норма концентрації хлора 1 мг/м³.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 10 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

| Сировина | Показники для обов'язкової перевірки | Регламентовані показники, допустимі відхилення |
|--|--|--|
| Етилен (C ₂ H ₄) | Об'ємна частка етилену, % | Не менше 99.9 |
| | Об'ємна частка пропілену, % | Не більше 0.005 |
| | Об'ємна частка метану та етану в сумі, % | Не більше 0.1 |
| | Об'ємна частка ацетилену, % | Не більше 0.1 |
| Хлор (Cl ₂) | Об'ємна частка хлора, % | Не менше 97.6 |
| | Об'ємна частка води, % | Не більше 0.01 |
| | Об'ємна частка кисню, % | Не більше 2.0 |

1.3 Фізичні та хімічні властивості дихлоретану

Дихлоретан є безбарвною летючою рідиною зі специфічним запахом, схожим на хлороформ (температура кипіння 83.7°C, температура плавлення мінус 35.3°C, температура випаровування 77.3 ккал/кг), щільність при 20°C становить 1.253 г/см³. [1]

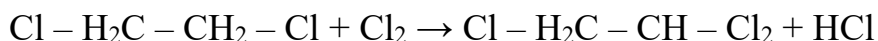
З водою утворює азеотопну суміш (80.5-відсотків дихлоретану), киплячу при 72°C. Дихлоретан погано загоряється, має зеленуватий колір горіння, при горінні виділяється хлористий водень. Палаючий дихлоретан легко може бути погашений водою. Пари дихлоретана з повітрям утворюють вибухонебезпечні суміші. [1]

Дихлоретан змішується з усіма спиртами, бензолом, ацетоном та іншими органічними з'єднаннями. Дихлоретан використовується як розчинник, так як

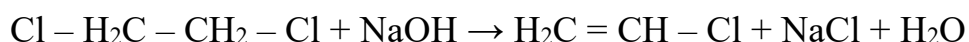
добре розчиняє маслянисті речовини, жири, смоли, віск, каучук, алкалоїди, а також деякі неорганічні речовини, наприклад, сірка, жовтий фосфор, йод тощо. При чому тверді вуглеводні при температурі нижче 25°C розчиняються в дихлоретані погано, цьому ґрунтується його застосування для депарафінізації мастил. [1]

| Сировина | Показники обов'язкові для перевірки | Регламентовані показники, допустимі відхилення |
|---|---|--|
| Дихлоретан – ректифікат (C ₂ H ₄ Cl ₂) | Масова частка дихлоретану, % | Не менше 99.1 |
| | Масова частка води, % | Не більше 0.0015 |
| | Масова частка хлора, % | Не більше 0.0002 |
| | Масова частка заліза, % | Не більше 0.0007 |
| | Масова частка суми легкокипячих, % | Не більше 0.5 |
| | Масова частка суми висококипячих, % | Не більше 0.4 |

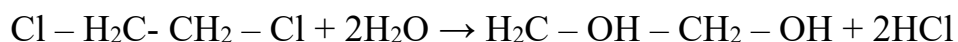
Дихлоретан здатний вступати в реакцію галогенування, взаємодіючи з хлором в рідкій або паровій фазі в присутності радикальних ініціаторів.[5]



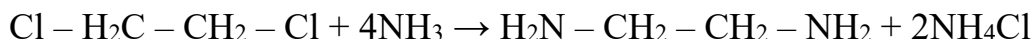
Також дихлоретан здатен дегідрохлоризуватись під дією спиртових або водних розчинів лугів або при нагріванні вище 250°C (утворюючи вінілхлорид)



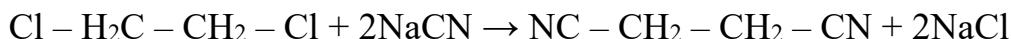
Дихлоретан вступає в реакцію гідролізу з утворенням етиленгліколю. Реакція протікає в присутності кислот або лугів при 140-250°C і тиском до 4 МПа



При нагріванні до 120°C дихлоретан з аміаком в воді або спирті за участю солей амонію можна отримати етилендіамін



З ціаністим натрієм дихлоретан утворює сукцинітрил



Вступає в реакцію алкілування в присутності каталізаторів.



При нагріванні з розчинами полісульфідів натрію дихлоретан утворює каучукоподібну речовину – тіокол.



1.4 Токсичність дихлоретану

Дихлоретан отруйна речовина і має наркотичні властивості, які впливають на людину з канцерогенною дією, тому при роботі з ним необхідно бути уважним і зберігати техніку безпеки. Вдихання пари дихлоретану викликає біль в голові, подразнення дихальних шляхів, може викликати помутніння роговиці очей, кашель і може призвести до смерті. Через 1-2 години з'являється біль в животі, зниження активності, слабкість, засинання. Через 6-12 годин вказані ознаки можуть зникнути, але з'являється жовтяниця, знижується сечовиділення. Це може супроводжуватись повторними втратами свідомості, погіршенням дихання, зупинкою серця, судомми, смертю. [2]

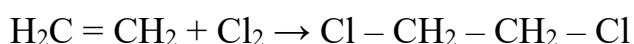
Клінічні прояви інтоксикації залежать від шляху отруєння. Найменш токсичний ефект при потраплянні отрути через шкіру. Найбільш важкі отруєння спостерігаються при прийомі дихлоретану всередину. Ризик отруєння збільшується, якщо працівник працює в забрудненій технічними маслами спецодязі. При будь-яких шляхах надходження в організм дихлоретан швидко всмоктується в кров, переважно розповсюджується нерівномірно, накопичуючись в жировій тканині. Максимальна концентрація дихлоретану в крові при пероральних отруєннях виявляється через 1-3 години. [2]

Допустима концентрація парів дихлоретану у повітрі виробничих приміщень 10 мг/м³. Максимальна концентрацій домішок в атмосферному повітрі – 3 мг/м³. [2]

1.5 Отримання дихлоретану

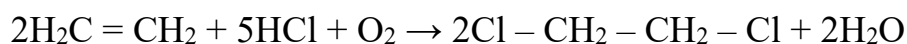
Кожного року в світі виробляється понад 20 млн тон дихлоретану.

Основним методом отримання є реакція приєднання хлору до етилену. Дана реакція протікає при температурі 20...30°C в середовищі дихлоретану. На виході отримують продукт чистотою 99.87% (мас.). Селективність процесу підвищують до 98.5% і висте добавками інгібітора.[2]

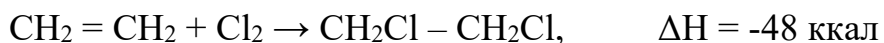


У 1979 році винайшли новий спосіб проведення даної реакції, що полягає в тому, що надлишок хлорування проводять при 95...130°C, під невеликим тиском, застосовуючи надлишок етилену 1.01...1.10 проти стехіометрії хлоридів міді і сурми.

Іншим способом отримання дихлоретану є окисне хлорування етилену в присутності каталізатора на основі хлориду міді (II). Ступінь конверсії етилену становить 20...40%:

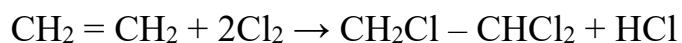


Процес виробництва дихлоретану з хлору та етилену є складною гетерогенною реакцією. Ендотермічна реакція необоротна, протікає без участі каталізатора при низьких температурах. Реакція приєднання хлору до етилену протікає з виділенням великої кількості тепла: [1]



Якщо виробництво дихлоретану виконується при взаємодії етилену з хлором в середовищі рідкого дихлоретану, то процес отримання стає повністю безпечним тому що дихлоретан розчиняє обидва гази, і реакція протікає в рідкій фазі, тому суміш етилену з хлором не є вибухонебезпечною. До того ж покращуються умови теплопередачі від реакційної маси дл охолоджувального агенту. Відведення тепла значно полегшується і повністю усувається можливість місцевих перегрівів. Крім того, в середовищі дихлоретану процес

протікає аутокаталітично, тобто дихлоретан в цьому випадку стає каталізатором, при цьому швидкість реакцій значно вище, ніж при взаємодії газоподібних етилену і хлору. При взаємодії етилену з хлором, крім продукту приєднання хлору по подвійному зв'язку, утворюються також продукти заміщення – трихлоретан, тетрахлоретин і вищі поліхлориди. [1]



Реакції заміщення прискорюються з підвищенням температури. Лімітування процесу відбувається з боку хімічної реакції. При підвищенні температури пришвидшується реакції заміщення, а при зниженні температури пришвидшується вихід дихлоретану. Тобто при температурі від мінус 30°C до мінус 20°C одержується майже тільки дихлоретан, коли при 20°C утворюється переважно трихлоретан. [1]

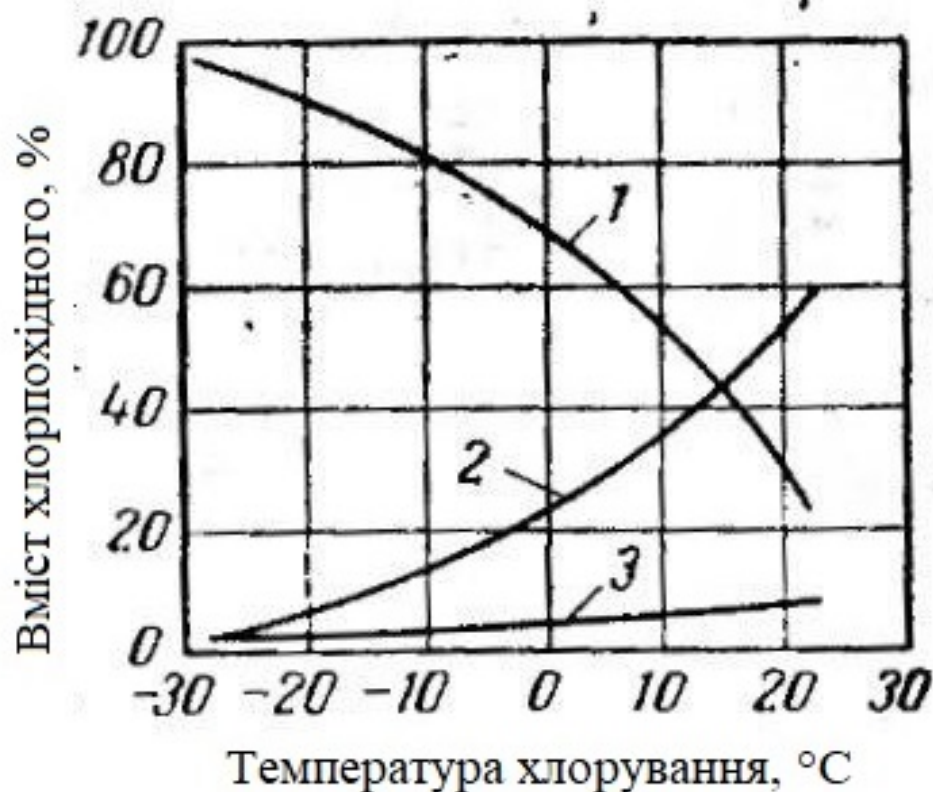


Рис. 1.1 Відношення температури хлорування до вмісту хлорпохідного

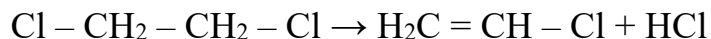
| | | | |
|------------------|-------|-----|-------|
| Температура | | | |
| Сировина | -25°C | 0°C | +25°C |
| Дихлоретан | 93 | 69 | 20 |
| Трихлоретан | 2 | 21 | 53 |
| Тетрахлоретан | 1 | 4 | 6 |
| Вищі поліхлориди | 3 | 4 | 13 |

У промисловості хлорування етилену для отримання дихлоретану виконують в вертикальних циліндричних реакторах, тепло реакції відводиться холодною водою, що циркулює в змійовиках і сорочці. [1] Хлоратор (реактор) повністю заповнений дихлоретаном, через який барботують реагуючі гази – хлор та етилен. Гази потрібно перед тим добре осушити, тому що вологий хлор, може частково гідролізуватись, спричинюючи корозію сталльної апаратури. При достатній осушці вихідних газів усю реакційну апаратуру та трубопроводи можна виготовляти зі звичайної вуглицевої сталі. Етилен надходить з роздільних установок глибокого охолодження досить осушеними, і додаткова осушка його не потрібна. З етилену, який виділяється іншими способами, наприклад, гіперсорбцією, вологу потрібно видаляти твердими вбирачами або виморожуванням. Застосовувати для осушки етилену сірчану кислоту не рекомендується, бо в її присутності відбуваються осмолення та сульфування неграничних вуглеводнів, що містяться в етиленовій фракції. Для осушки хлору застосовують концентровану сірчану кислоту. Звичайно хлор надходить з хлорного заводу вже осушеним.[1]

При недосить ретельній осушці вихідних газів стає потрібним освинцювання внутрішніх стінок хлоратора, охолодних змієвиков і мішалки.

1.6 Застосування дихлоретану

Найчастіше дихлоретан застосовують в якості напівпродукту для отримання вінілхлориду, близько 80%, а також етиленгліколю, тіоколу і ін. речовин.



Як розчинник дихлоретан володіє багатьма позитивними властивостями, такими як, дешевизна, великою розчинною здатністю, слабкою самозаймистістю і легкістю отримання у великих кількостях. Однак, частіше використовують більш дорогий трихлоретилен через те, що дихлоретан схильний до гідролізу при кип'ятінні, утворюючи при цьому агресивне солнокислотне середовище. Також хлористий етилен в суміші з метанолом або етанолом розчиняє нітро- і ацетилцелюлозу. Обмеженість використання пов'язана з токсичністю даної речовини.

Дихлоретан використовують при обробці ґрунту для боротьби з колорадським жуком та філоксерою з розрахунку 1000 кг/га.

В сегменті з'єднання пластичних мас, створених з полістиролу і оргскла є класичним клейовим засобом.

Дану речовину використовують в якості екстрагуючого агенту у виробництві рослинних мастил, інгредієнтів для отримання лаків, засобів сухої чистки.

1.7 Опис технологічної схеми виробництва дихлоретану

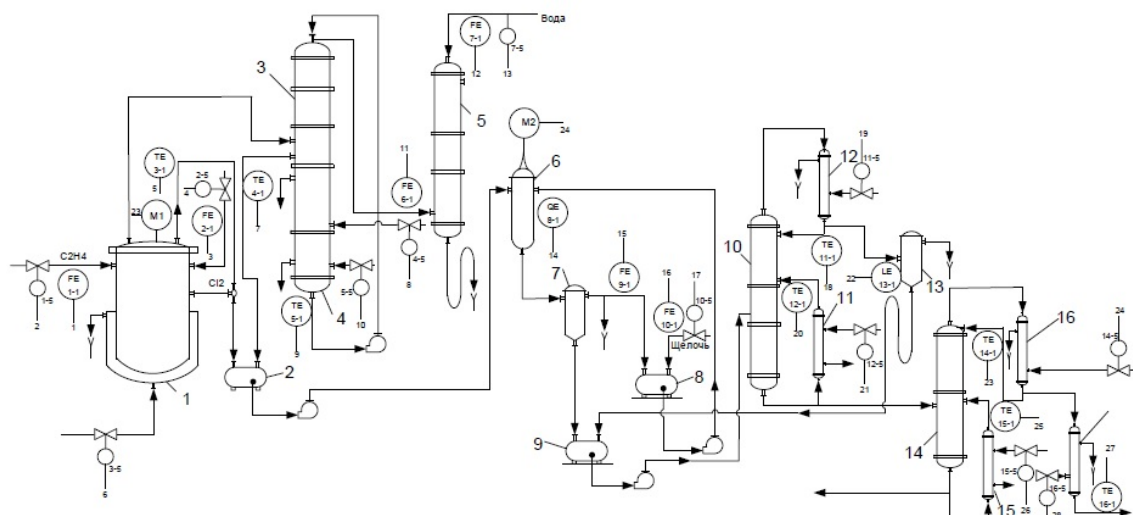


Рис.1.2 Технологічна схема виробництва дихлоретану

1 - Хлоратор, 2 — Збірник дихлоретана-сирця, 3 — Конденсатор змішування, 4 — Холодильник, 5 — Скрубер, 6 — Нейтралізатор, 7,13 — Роздільник, 8 — Збірник, 9 — Збірник нейтралізованого дихлоретану, 10,14 — ректифікаційні колони, 11,15 — кипятильники, 12,16 — Дефлегматори, 17 — Холодильник.

У газовій суміші, що надходить у хлоратор (1), повинен міститися надлишок етилену (5...10% від стехіометричної кількості), він необхідний для повного зв'язування хлору. Присутність хлору у відхідних реакційних газах недопустима, тому що взаємодія хлору з вуглеводнями в трубопроводі, де відсутнє охолодження, може спричинити підвищення температури та займання вуглеводнів. Хлор, який подається в хлоратор, розбавляють повітрям (8...10% від об'єму реагуючих газів). Це дає можливість провадити хлорування етилену при 20...30°C. [1]

Для кращого контакту між реагуючими газами і більш повного розчинення їх у дихлоретані в хлораторі встановлена пропелерна мішалка. Дихлоретан-сирець, що утворюється з хлоратора самопливом безперервно перетікає у збірник (2). [1]

Гази, які відходять з хлоратора (етилен, що не прореагував, газоподібні домішки, які містяться у вихідному етилені та хлорі, повітря), захоплюють

значну кількість парів дихлоретану й частину хлористого водню, що утворюється внаслідок реакції заміщення. Тому з відхідних газів виділяють дихлоретан абсорбцією розчинниками (гасом тощо) або конденсацією (як показано на схемі). Відхідні газу надходять у насадочний конденсатор змішування (3), змонтований над холодильником (4). У верхню частину конденсатора змішування подають охолоджений до мінус 20°C дихлоретан, який зрошує насадку. Газу, що подають у нижню частину конденсатора змішування, проходять насадку знизу ввех притоком до дихлоретану і охолоджується до мінус 15°C, завдяки чому майже всі пари дихлоретану конденсуються. Дихлоретан, що сконденсувався, змішується з тим, що який подається на зрошення, і надходить у холодильник (4), де знов охолоджується до мінус 20°C. Частина дихлоретану з холодильника подається відцентровим насосом на зрошення конденсатора змішування, в скрубєрі (5) відмиваються водою від Hcl і видаляються в атмосферу. [1]

Дихлоретан-сирець із збірника (2) перекачується в апарат (6), де при перемішуванні відбувається нейтралізація розчиненого в дихлоретані хлористого водню 5-10-відсотковим розчином їдкого натрію. Нейтралізований дихлоретан в роздільнику (7) відокремлюється від розчину лугу і стікає в збірник 9, з якого надходить на сушку та ректифікацію. [1]

Осушення дихлоретану провадиться в ректифікаційній колоні (10), у нижній частині якої підтримують температуру 75-85°C. З колоні відгониться азеотропна суміш дихлоретан-вода, яка конденсується в дефлегматор (12) і частково повертається на зрошення колоні(10). Дистилат розширює в роздільнику (13), при чому вода йде на очисну станцію і далі в каналізацію. Дихлоретан повертається у збірник (9). З кубової частини колоні (10) стікає зневоднений дихлоретан, який надходить далі в ректифікаційну колону (14), де дихлоретан (дистилат), відокремлюється від трихлоретану та поліхлоридів (кубова рідина).[1]

1.8 Постановка задачі автоматизації у процесі виробництва дихоретану з хлору та етилену

Для забезпечення підтримки температури вихідної речовини на регламентованому рівні, мінімізації викидів в навколишнє середовище та забезпечення безпеки працівників необхідно проаналізувати технологічний процес отримання дихлоретану, розробити математичну модель для отримання статичної і динамічної характеристики. Далі потрібно синтезувати систему керування апаратом, отримавши параметри налаштування регуляторів. Наступним кроком є розробка технологічної схеми автоматизації. Для попередження відхилень від регламентованого рівня та аварійних ситуацій необхідно підібрати регулюючі та контрольно-вимірювальні прилади.

Розроблені система керування та схема автоматизації зможуть забезпечити наступне:

- Зменшення трудових та економічних ресурсів на виробництво;
- Збільшення надійності та покращення контролю процесу;
- Вдосконалення дистанційного керування;
- Мінімізація аварійних ситуацій при виробництві.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 20 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ХОЛОДИЛЬНИКА

У виробництві дихлоретану з хлору та етилену важливу роль відіграє кінцева температура продукту. Вона має підтримуватись на регламентованому рівні (до 30 °С) для уникнення аварійних ситуацій. Через це постає задача оперативного регулювання температури дихлоретану з метою економії ресурсів та попередження забруднення оточуючого середовища і аварійних ситуацій.

Охолодження проводять водою температурою 10 °С. Температура дихлоретану на вході 60 °С.

Змійкові теплообмінні апарати – це апарати, в яких теплообмінна поверхня виконана у вигляді об'ємного або плоского змійовика, розташованого в корпусі теплообмінного апарату, а теплоносій з високим тиском подається в трубний простір змійовика. Такі апарати використовуються в хімічній, нафтопереробній, газовій, холодильній та харчових галузях промисловості. [3]

Класифікація змійкових теплообмінних апаратів. Такі апарати класифікують по призначенню, по агрегатному стану теплоносіїв та схеми їх відносного руху, по конфігурації теплообмінних елементів та їх орієнтації по місцю їх розташування та виду компоновання. [3]

За технологічним призначенням – як кожухотрубні рекуперативні теплообмінні апарати.

За конфігурацією змійовика – з плоским спіральним, зигзагоподібним, об'ємним циліндричним, конічним.

За орієнтацією теплообмінних елементів в просторі – з горизонтальним, вертикальним, нахиленим розташуванням змійовика.

За місцем розташування теплообмінних елементів – внутрішнім змійовиком, встановленим всередині корпусу, зовнішнім.

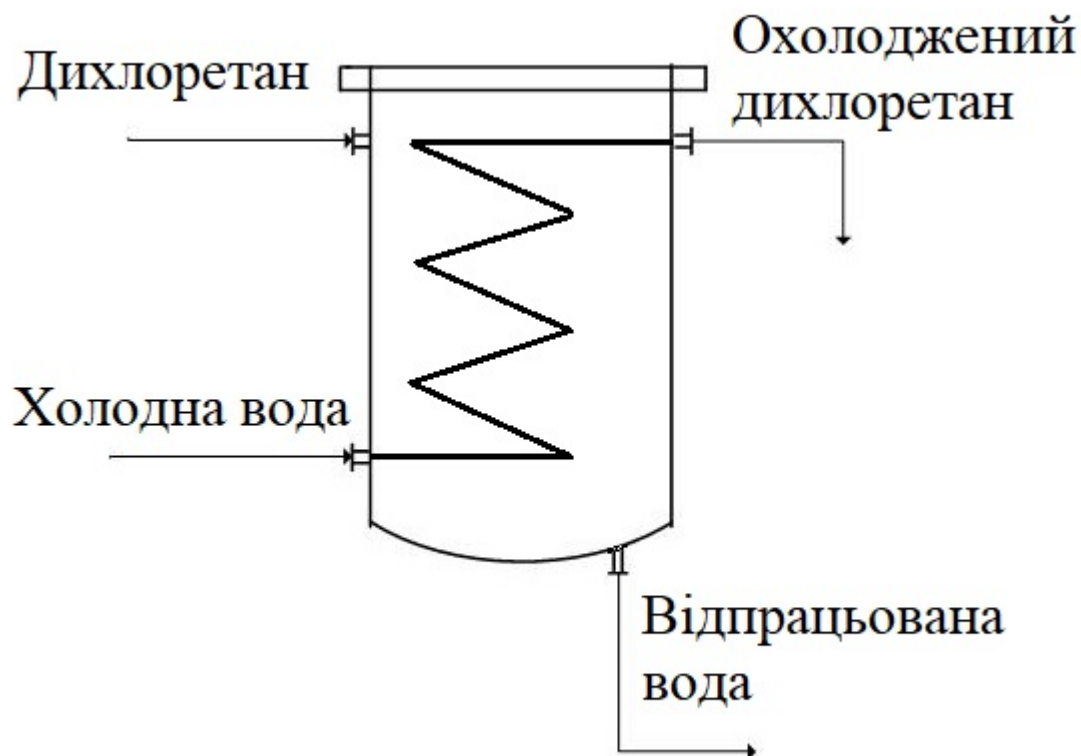


Рис.2.1 Змійковий теплообмінник

Двома вихідними параметрами, що важливі з точки зору технології, є витрата та температура дихлоретану. Головна вихідна величина – температура. Керувати нею можна двома способами – за допомогою зміни витрати холодної води та її температури. Так як змінювати температуру холодної води марнотратно (бо для цього треба б було встановлювати додатковий теплообмінник, що значно знизило б ККД), то лишається один шлях, який є найбільш доцільнішим для керування температурою суміші – витрата води. Отже головним контуром керування буде керування температури охолодженого дихлоретану за допомогою регулювання витрати води.

Задача роботи полягає в досягненні максимально можливого ККД для апарату холодильник. Для початку ми маємо розробити математичну модель, а згодом, на підставі математичної моделі об'єкту у вигляді передатної функції каналу керування налаштувати регулятори.

2.1 Дослідження структурно-параметричної схеми

Вхідними параметрами до холодильника є:

витрата дихлоретану, кг/с;

витрата холодної води, кг/с;

температура дихлоретану на вході, К;

температура холодної води, К;

питома теплоємність дихлоретану, Дж/(кг · К);

Вихідними параметрами є:

температура охолодженого дихлоретану, К;

витрата дихлоретану, кг/с;

температура відпрацьованої води, К;

витрата відпрацьованої води, кг/с.

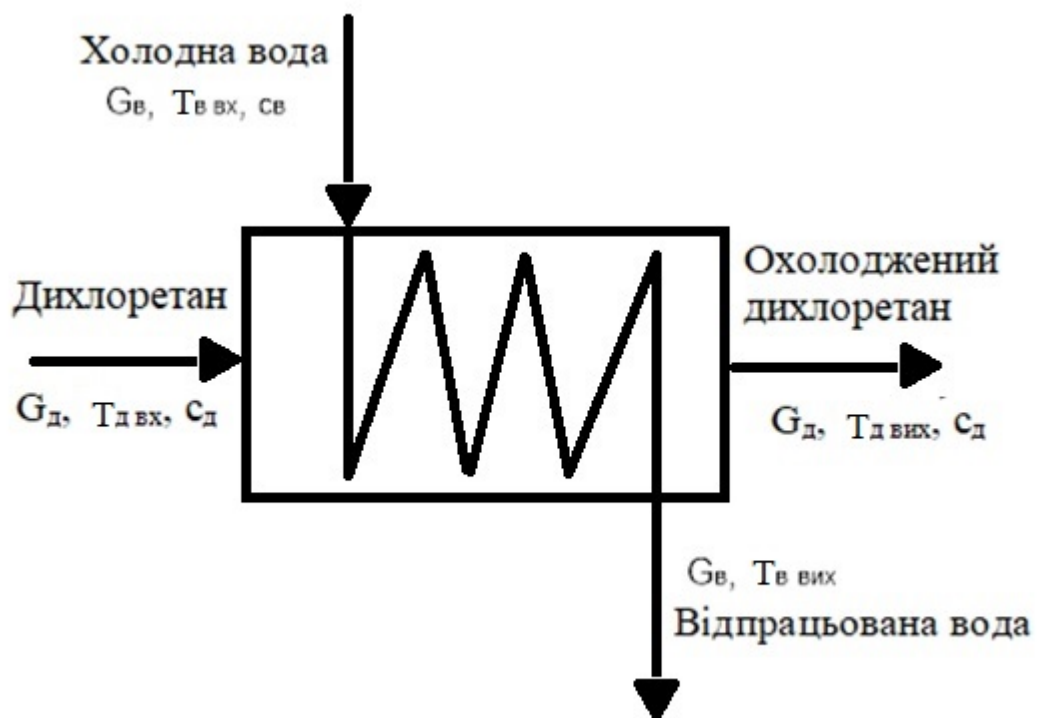


Рис. 2.2 Структурно параметрична схема холодильника

G_d – витрата дихлоретану;

$T_{d\text{ вх}}$ – температура дихлоретану;

c_d – питома теплоємність дихлоретану;

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ДП 5211.00.001 ПЗ

Арк.

23

G_v – витрата води;

$T_{v\text{ вх}}$ – температура відпрацьованої води;

c_v – питома теплоємність води;

$T_{v\text{ вих}}$ – температура відпрацьованої води;

$T_{d\text{ вих}}$ – температура охолодженого дихлоретану.

Виходячи з наведеної вище схеми можна зрозуміти, що на температури охолодженого дихлоретану впливають та відпрацьованої води впливають їх витрати, вхідні температури та тепловіддача в навколишнє середовище. Також зі структурно-параметричної схеми видно, що на вході змінюються тільки два показники – температура води і температура дихлоретану. Підтримання температури дихлоретану на регламентованому рівні забезпечує отримання продукції високого рівня якості, забезпечує безпеку технологічного процесу і зменшує ризик забруднення навколишнього середовища. Тобто критерієм оптимального керування холодильником є мінімізація витрати води при підтриманні температури охолодженого дихлоретану на заданому технологічним регламентом рівні.

2.2 Моделювання статичного режиму

Моделюємо статичний режим. Він представляє собою режим роботи системи автоматичного керування, в якому керована величина та всі інші проміжні величини не змінюються у часі. Даний режим зображується графічно за допомогою статичної характеристики.

В результаті нехтування стінками холодильника ми маємо дві ємності – вода та дихлоретан. Отже, шлях передачі лише один і в результаті ми маємо отримати аперіодичну ланку першого порядку котра буде описувати цей теплообмінник за каналом витрата холодної води – температура охолодженого дихлоретану.

| Назва параметру | Позначення | Одиниці вимірювання | Значення |
|-----------------------------------|--------------------|---------------------|----------|
| Витрата дихлоретану | G_d | кг/с | 1,356 |
| Температура дихлоретану на вході | $T_{d\text{ вх}}$ | К | 333 |
| Питома теплоємність дихлоретану | c_d | кДж/(кг · К) | 1,289 |
| Температура дихлоретану на виході | $T_{d\text{ вих}}$ | К | |
| Температура води на вході | $T_{в\text{ вх}}$ | К | 283 |
| Температура води на виході | $T_{в\text{ вих}}$ | К | 333 |
| Питома теплоємність води | $c_в$ | кДж/(кг · К) | 4,183 |

Складемо тепловий баланс для холодильника виходячи із структурно-параметричної схеми об'єкта

$$G_d \cdot c_d \cdot T_{d\text{ вх}} + G_в \cdot c_в \cdot T_{в\text{ вх}} = G_d \cdot c_d \cdot T_{d\text{ вих}} + G_в \cdot c_в \cdot T_{в\text{ вих}}$$

Наступним кроком буде виведення рівняння статики для каналу «витрата води – температура охолодженого дихлоретану»

$$T_{Д\text{ вих}} = (G_{Д} \cdot c_{Д} \cdot T_{Д\text{ вх}} + G_{В} \cdot c_{В} \cdot T_{В\text{ вх}} - G_{В} \cdot c_{В} \cdot T_{В\text{ вих}}) / (G_{Д} \cdot c_{Д})$$

Таким чином виведемо залежність вихідної температури охолодженої сировини, від витрати холодної води на вході до теплообмінника.

$$T_{Д\text{ вих}} = (1,356 \cdot 1,289 \cdot 333 + G_{В} \cdot 4,183 \cdot 283 - G_{В} \cdot 4,183 \cdot 303) / (1,356 \cdot 1,289) = 333 - G_{В} \cdot 47,86 \quad (1)$$

Побудуємо відповідну статичну характеристику для (1): $T_{Д\text{ вих}} = f(G_{В})$

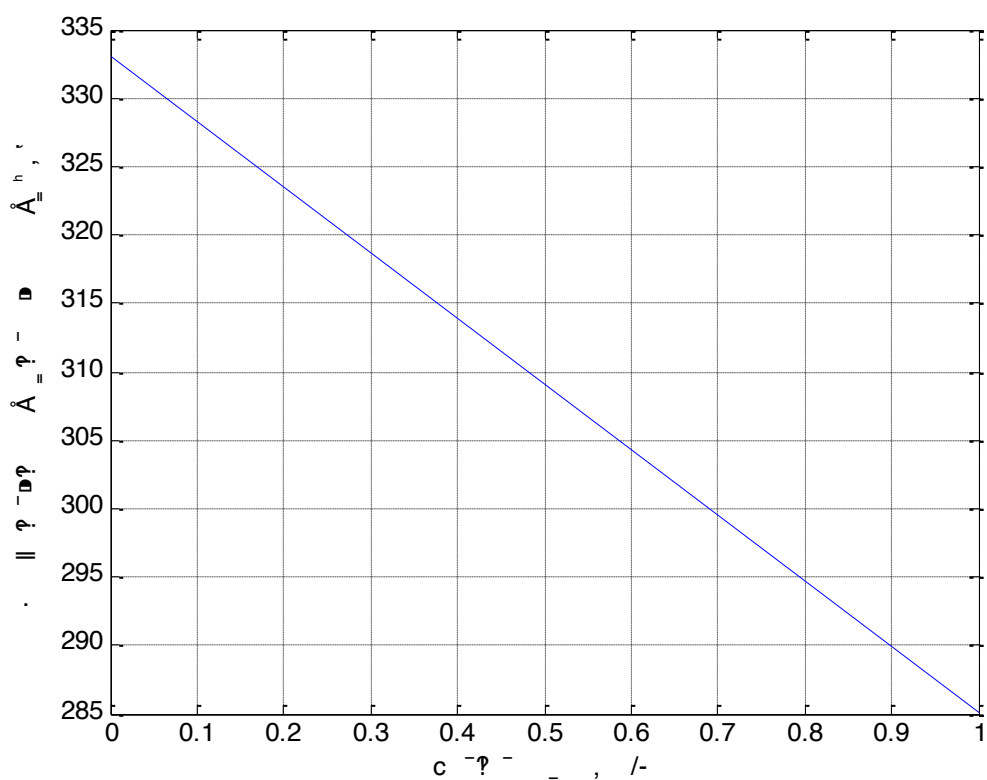


Рис. 2.3 Статична характеристика холодильника за каналом «витрата води – температура охолодженого дихлоретану»

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ДП 5211.00.001 ПЗ

Арк.

26

Зменшення витрати води, при зафіксованій витраті дихлоретану, збільшує температуру на виході, так як апарату не достатньо води на охолодження.

2.3 Моделювання динамічного режиму

Наступним необхідним кроком буде моделювання динамічного режиму. Динамічний режим – це такий режим, у якому хоча б один параметр змінюється у часі.

Рівняння динаміки для теплообмінника має вигляд:

$$G_d \cdot c_d \cdot T_{d\text{ вх}} + G_v \cdot c_v \cdot T_{v\text{ вх}} - G_d \cdot c_d \cdot T_{d\text{ вих}} - G_v \cdot c_v \cdot T_{v\text{ вих}} = \\ = c_d \cdot V \cdot \rho \cdot dT_{d\text{ вих}}/dt \quad (2)$$

де V – об'єм дихлоретану, що проходить через холодильник за визначений проміжок часу;

ρ – густина дихлоретану.

$V = 0,38 \text{ м}^3$;

$\rho = 1253 \text{ кг/м}^3$.

Пролінеаризуємо рівняння динаміки

Вхід – G_v

Вихід – $T_{d\text{ вих}}$

Запишемо рівняння динаміки (2) в приростах:

$$G_d \cdot c_d \cdot T_{d\text{ вх}} + \Delta G_v \cdot c_v \cdot T_{v\text{ вх}} - G_d \cdot c_d \cdot \Delta T_{d\text{ вих}} - \Delta G_v \cdot c_v \cdot T_{v\text{ вих}} = \\ = c_d \cdot V \cdot \rho \cdot \frac{d\Delta T_{d\text{ вих}}}{dt}$$

Запишемо вихідні параметри зліва, а вхідні справа:

$$G_d \cdot c_d \cdot \Delta T_{d\text{ вих}} + c_d \cdot V \cdot \rho \cdot \frac{d\Delta T_{d\text{ вих}}}{dt} =$$

$$= \Delta G_B \cdot c_B \cdot T_{B_{ВХ}} - \Delta G_B \cdot c_B \cdot T_{B_{ВІХ}} + G_D \cdot c_D \cdot T_{D_{ВХ}} \quad (3)$$

Перетворимо за Лапласом лінеаризоване рівняння (3):

$$G_D \cdot c_D \cdot T_{D_{ВІХ}}(p) + c_D \cdot V \cdot \rho \cdot p \cdot T_{D_{ВІХ}}(p) = \\ = G_B(p) \cdot c_B \cdot T_{B_{ВХ}} - G_B(p) \cdot c_B \cdot T_{B_{ВІХ}} + G_D \cdot c_D \cdot T_{D_{ВХ}}/p$$

$$T_{D_{ВІХ}}(p) \cdot (T \cdot p + 1) = G_B(p) \cdot k + a/p$$

$$T = \frac{V \cdot \rho}{G_D} = \frac{0,38 \cdot 1253}{1,356} = 351,14$$

$$k = \frac{c_B \cdot (T_{B_{ВХ}} - T_{B_{ВІХ}})}{G_D \cdot c_D} = \frac{4,183 \cdot (283 - 303)}{1,356 \cdot 1,289} = -47,86$$

$$a = T_{D_{ВХ}} = 333 \text{ К}$$

Передатна функція за каналом «завдання - вихід» (витрата холодної води – температура охолодженого дихлоретану) має вигляд :

$$W_{G_B-T_{D_{ВІХ}}}(p) = k/(T \cdot p + 1)$$

або

$$W_{G_B-T_{D_{ВІХ}}}(p) = -47,86/(351,14 \cdot p + 1)$$

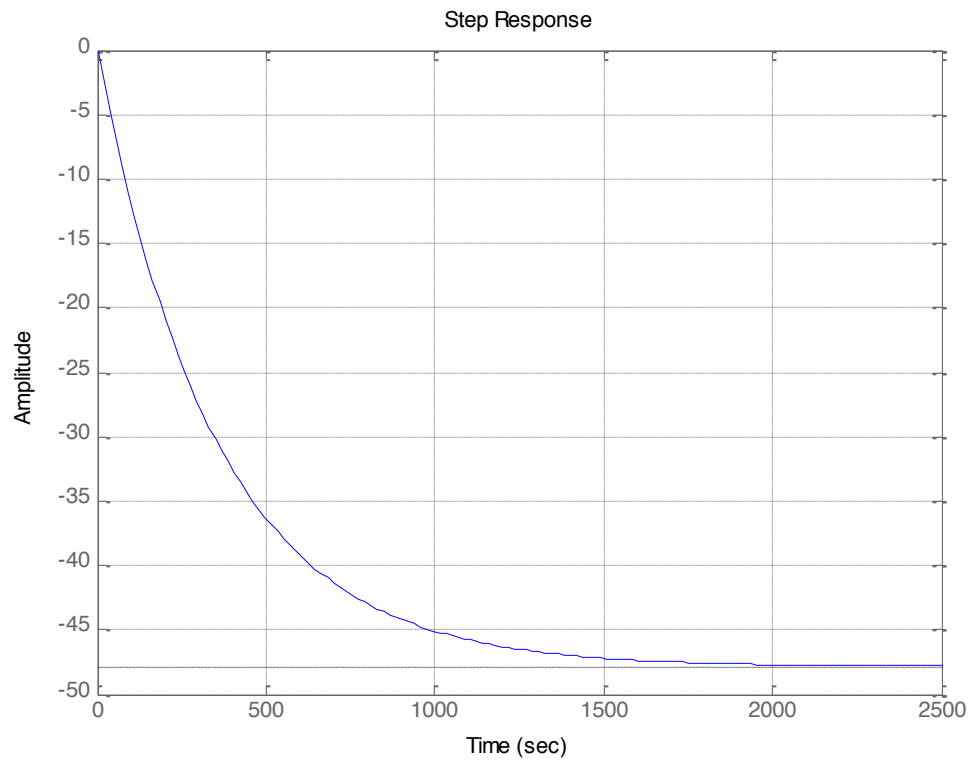


Рис. 2.4 Динамічна характеристика холодильника за каналом «витрата води – температура охолодженого дихлоретану»

Ми отримали передатні функції каналів керування та збурення. Тепер можна перейти до підбору і розрахунку налаштувань регулятора.

3. СИНТЕЗ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

Система керування – це сукупність взаємозв’язаних елементів або частин об’єднаних загальною метою функціонування. Під метою системи розуміють досягнення певного стану її вихідних параметрів, який може задаватись ззовні або вироблятися самою системою.

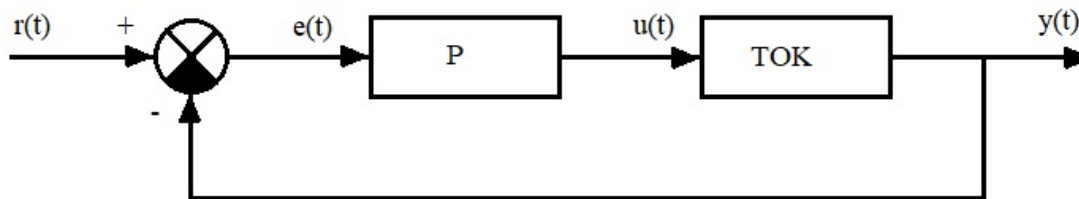


Рис. 3.1 Замкнена система

Дослідивши об’єкт керування, отримали математичну модель холодильника у вигляді передатної функції:

$$W_{G_B-T_{d\text{вих}}}(p) = k/(T \cdot p + 1)$$

Або з підстановкою заданих параметрів:

$$W_{G_B-T_{d\text{вих}}}(p) = -47,86/(351,14 \cdot p + 1)$$

На її основі можна підібрати параметри регулятора для того щоб забезпечити задані показники якості системи керування. Модель можна налаштувати за певними показниками.

Для високої продуктивності роботи працездатної системи керування, достатнє та необхідне відповідність нормам певних показників якості процесу управління.

3.1 Налаштування регуляторів

Налаштуємо ПІ-регулятор методом М-кола, для цього використаємо наступну функцію у середовищі Matlab:

Для налаштування ПІ-регулятора методом М-кола використаємо розроблену раніше в середовищі MATLAB програму, код якої наведено в додатку А. В результаті її виконання буде створено АФХ розімкненої системи і М-коло, коефіцієнти регулятора треба підбирати вручну.

```
function Wr=mkolo(Wo,Kr,Tin,M)
```

```
Xdk=-M*M/(M*M-1);
```

```
Rk=M/(M*M-1);
```

```
Xk=(Xdk-Rk):(Rk/32):(Xdk+Rk);
```

```
Yk=(Rk^2-(Xk-Xdk).^2).^0.5;
```

```
fn=300;
```

```
Wr=tf([Kr*Tin 1],[Tin 0]);
```

```
W=Wo*Wr;
```

```
f=logspace(-4,4,fn);
```

```
W=frd(W,f);
```

```
[af,]=frdata(W);
```

```
af=squeeze(af);
```

```
ii=0;
```

```
afv=0;
```

```
for i=1:fn
```

```
    if abs(imag(af(i)))<(1.3*Rk)
```

```
        ii=ii+1;
```

```
        afv(ii)=af(i);
```

```
    end
```

```
end
```

```
re=real(afv);
```

```
im=imag(afv);
```

```
plot(re,im,'k',Xk,Yk,'k',Xk,-Yk,'k'), grid on  
end
```

В результаті виконання даної програми побудується АФХ розімкненої системи і М-коло. Підберемо коефіцієнти регулятора в ручну, таким чином, щоб АФХ мала дотичну до М-кола.

Так як недовгі коливання несильно впливають на кінцевій температурі дихлоретану (через перемішування), то будемо налаштовувати регулятори на ступінь коливності $M=1,4$.

В результаті виконання програми для ПІ-регулятора було отримано наступний рисунок.

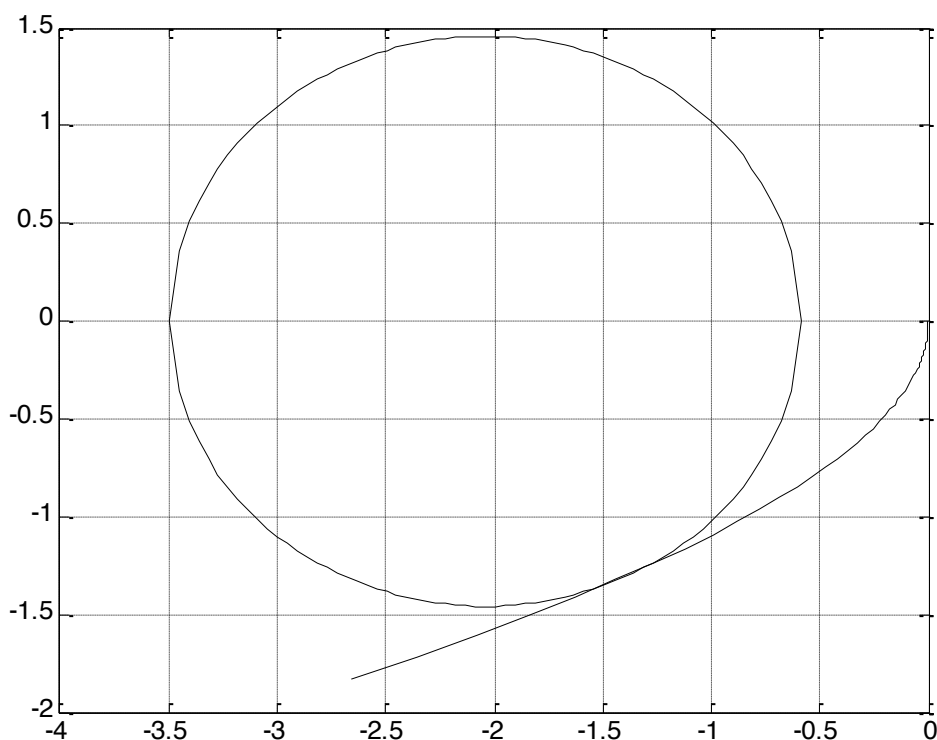


Рис. 3.1 Налаштування ПІ-регулятора методом М-кола

Отже при коефіцієнтах регулятора $T_{in} = -5,1$ та $K_p = -1,28$ система має ступінь коливності $M=1,4$.

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ДП 5211.00.001 ПЗ

Арк.

32

Налаштування методом Циглера-Нікельса

Метод Циглера-Нікельса полягає у розрахунку коефіцієнтів регулятора за наступними формулами:

$$K_p = 0.6 * K_u$$

$$K_i = 2 * \frac{K_p}{T_u}$$

$$K_d = K_p * \frac{T_u}{8}$$

де K_u – коефіцієнт П-регулятора, при якому в перехідній характеристиці системи з'являються автоколивання;

T_u – період цих автоколивань.

В результаті маємо графік перехідного процесу одноконтурної системи за каналом завдання вихід:

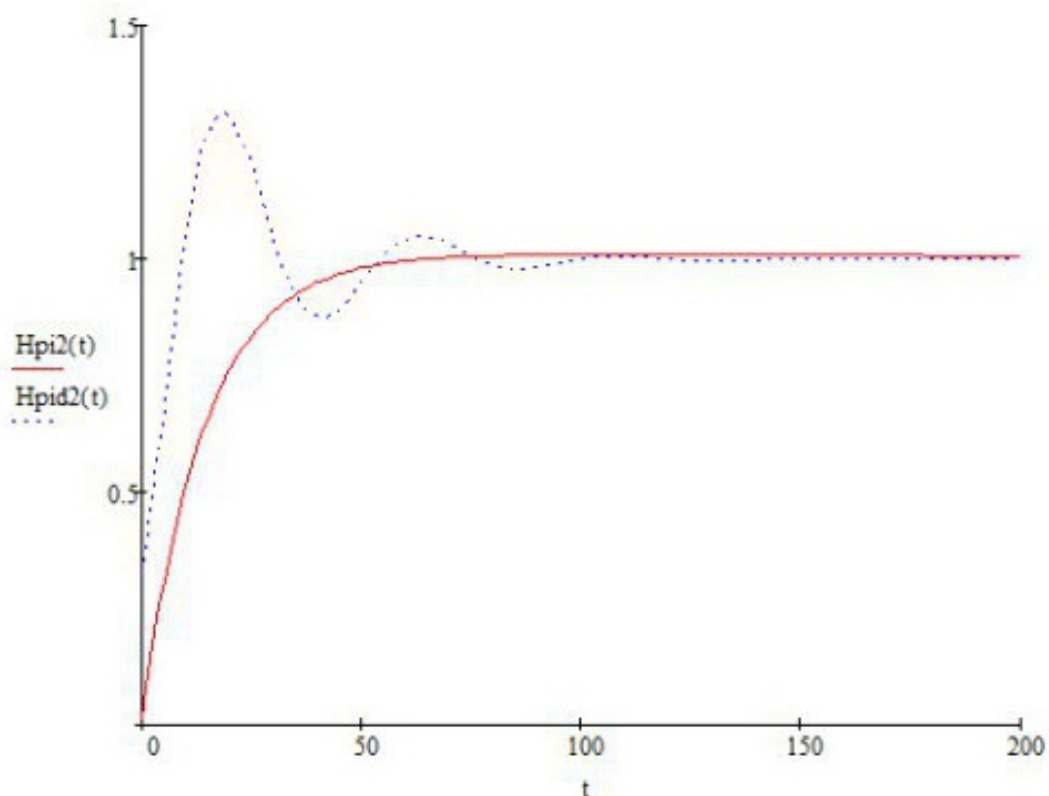


Рис. 3.2 Перехідний процес замкненої одноконтурної системи по каналу задання-вихід

З графіку можна зрозуміти, що ПІД-регулятор швидше виходить на уставлене значення.

3.2 Дослідження на стійкість

При розробці моделі та регулювання необхідно щоб система була стійка. Система вважається стійкою тоді, коли певні чинники впливають на систему, а система повертається в початковий стан після закінчення впливу цих чинників.

В дослідженні на стійкість використаємо спосіб по розташуванню полюсів системи на комплексній площині. Для цього необхідна передатна функція системи. Для того щоб неперервна система була стійка необхідно щоб всі її полюси мали від'ємну дійсну частину.

Для перевірки розглянемо передатну функцію системи:

$$W_c(p) = W_o(p) * \frac{W_r(p)}{(1 + W_o(p) * W_r(p))}$$

$$W_o(p) = -\frac{47,86}{351,14 \cdot p + 1}$$

$$W_r(p) = \frac{Kp * Tin * p + 1}{Tin * p} = \frac{-6,528 * p - 1}{5,1 * p}$$

отже

$$W_c(p) = \frac{0,17(p + 0,1532)}{p^2 + 0,18p + 0,027}$$

З полінома знаменника знаходимо полюса:

$$p_1 = -0,089 + 0,14*i$$

$$p_2 = -0,089 - 0,14*i$$

Так як їх дійсні частини від'ємні, то система стійка.

Наступним кроком в дослідженні системи на стійкість стане перевірка системи за критерієм Гурвіця.

Критерій стійкості Гурвіця досліджує систему керування по коефіцієнтам характеристичного рівняння. Якщо n діагональні мінори матриці коефіцієнтів

характеристичного рівняння є додатні, то система за критерієм Гурвіца вважається стікою. Така матриця має вигляд:[10]

$$\begin{vmatrix} a_{n-1} & a_{n-3} & a_{n-5} & \dots & 0 & 0 \\ a_n & a_{n-2} & a_{n-4} & \dots & 0 & 0 \\ 0 & a_{n-1} & a_{n-3} & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & a_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & a_2 & a_0 \end{vmatrix} \quad (a_n > 0)$$

Визначники діагональних мінорів виглядають наступним чином:

$$\Delta_1 = a_{n-1} > 0; \quad \Delta_2 = \begin{vmatrix} a_{n-1} & a_{n-3} \\ a_n & a_{n-2} \end{vmatrix} > 0; \quad \Delta_3 = \begin{vmatrix} a_{n-1} & a_{n-3} & a_{n-5} \\ a_n & a_{n-2} & a_{n-4} \\ 0 & a_{n-1} & a_{n-3} \end{vmatrix} > 0;$$

Для перевірки на стійкість системи за критерієм Гурвіца використаємо програму написану в MatLab:

```
Wo=tf([-47.86],[351.1 1]);
```

```
Wr=tf([-6.528 -1],[5.1 0]);
```

```
Wc=(Wr*Wo)/(1+Wr*Wo);
```

```
Wc=tf(Wc);
```

```
den=Wc.DEN{1};
```

```
for i1=1:(length(den)-1) %Формування матриці Гурвиця
```

```
    for i2=1:(length(den)-1)
```

```
        if ((length(den)-(i2*2-i1))>=1)&&((length(den)-(i2*2-i1))<=length(den))
```

```
            gurv(i1,i2)=den(length(den)-(i2*2-i1));
```

```
        else gurv(i1,i2)=0;
```

```
    end
```

```
end
```

```
end
```

```
i2=0;
```

```
for i1=1:(length(den)-1)
```

```
    mgurv=guv;
```

```

mgurv(i1,:)=[];
mgurv(:,i1)=[]; %i1-ий діагональний мінор матриці Гурвиця
if det(mgurv)>0
    i2=i2+1;
end
end
if i2==(length(den)-1)
    disp('Система стійка.')
else
    disp('Система НЕ стійка.')
end

```

В результаті нашої програми ми отримали наступне:

«Система стійка за критерієм Гурвиця, так як всі визначники Гурвиця додатні.»

4. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

4.1 Обґрунтування вибору технічних засобів автоматизації

Для того щоб система керування ефективно функціонувала необхідно обрати відповідні до процесу прилади, які будуть здійснювати контрольні-вимірювальні та регулюючі дії. Також такі прилади необхідні для попередження відхилень від регламентованого рівня та аварійних ситуацій.

4.2 Розробка схеми автоматизації

Для того, щоб простіше було розуміти процес виробництва дихлоретану з хлору та етилену було розроблена схема автоматизації. Для полегшення орієнтування на схемі був створений опис контурів контролю та сигналізації.

Контур 1:

1-1 – термоперетворювач опору

1-2 – витратомір, вимірює C_2H_4 в трубопроводі

1-3 – показувальний і реєструвальний прилад на пульті керування

1-4 – автоматичний регулятор витрати, регулює витрату вторинного газу

Контур 2:

1-5 – регулюючий клапан, встановлений на трубопроводі, змінює витрату C_2H_4 на вході в хлоратор

Контур 3:

2-1 – термоперетворювач опору

2-2 – витратомір, вимірює витрату Cl_2 в трубопроводі

2-3 – показувальний і реєструвальний прилад витрати Cl_2 на пульті керування

2-4 – регулятор відношення витрат

Контур 4:

2-5 – регулюючий клапан, встановлений на трубопроводі, регулює витрату Cl_2 на вході в хлоратор

Контур 5:

3-1 – діафрагма камерна

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 37 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3-2 – вимірювач температури на виході з хлоратора

3-3 – прилад на пульті керування, показує, реєструє та сигналізує температуру, її верхні та нижні граничні значення

3-4 – автоматичний регулятор, регулює температуру на виході з хлоратора

Контур 6:

3-5 – регулюючий клапан на трубопроводі пари на вході в хлоратор

Контур 7:

4-1 – діафрагма камерна

4-2 – вимірювач температури на виході з конденсатор-змішування

4-3 – прилад на пульті керування, показує, реєструє та сигналізує температуру, її верхні та нижні граничні значення

4-4 – автоматичний регулятор, регулює температуру на виході з конденсатор-змішування

Контур 8:

4-5 – регулюючий клапан на трубопроводі пари на вході в конденсатор-змішування

Контур 9:

5-1 – діафрагма камерна

5-2 – вимірювач температури на виході з холодильника

5-3 – прилад на пульті керування, показує, реєструє та сигналізує температуру, її верхні та нижні граничні значення

5-4 – автоматичний регулятор, регулює температуру на виході з холодильника

Контур 10:

5-5 – регулюючий клапан на трубопроводі пари на вході в холодильник

Контур 11:

6-1 – термоперетворювач опору

6-2 – витратомір, вимірює витрату речовини з апарату 3 в трубопроводі

6-3 – показувальний і реєструвальний прилад витрати на пульті керування

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 38 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Контур 12:

7-1 – термоперетворювач опору

7-2 – витратомір, вимірює витрату води в трубопроводі

7-3 – показувальний і реєструвальний прилад витрати води на пульті керування

7-4 – регулятор відношення витрат, регулює витрату води під зміну витрати речовини з апарату 3

Контур 13:

7-5 – регулюючий клапан, встановлений на трубопроводі, вимірює витрату води на вході в скруббер

Контур 14:

8-1 – термоперетворювач опору

8-2 – забезпечує контроль концентрації

8-3 – прилад дистанційною передачею

Контур 15:

9-1 – термоперетворювач опору

9-2 – витратомір, вимірює витрату речовини

9-3 – показувальний і реєструвальний прилад витрати на пульті керування

9-4 – регулятор відношення витрат, регулює витрату води під зміну витрати речовини

Контур 16:

10-1 – термоперетворювач опору

10-2 – витратомір, вимірює витрату речовини

10-3 – показувальний і реєструвальний прилад витрати на пульті керування

10-4 – регулятор відношення витрат

Контур 17:

10-5 – регулюючий клапан, встановлений на трубопроводі, вимірює витрату речовини

Контур 18:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 39 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

11-1 – діафрагма камерна

11-2 – вимірювач температури на виході з дефлегматора

11-3 – прилад на пульті керування, показує, реєструє та сигналізує температуру, її верхні та нижні граничні значення

11-4 – автоматичний регулятор, регулює температуру на виході з дефлегматора

Контур 19:

11-5 – регулюючий клапан на трубопроводі пари на вході кипятильник

Контур 20:

12-1 – діафрагма камерна

12-2 – вимірювач температури на виході з кипятильника

12-3 – прилад на пульті керування, показує, реєструє та сигналізує температуру, її верхні та нижні граничні значення

12-4 – автоматичний регулятор, регулює температуру на виході з кипятильника

Контур 21:

12-5 – регулюючий клапан на трубопроводі пари на вході в кипятильник

Контур 22:

13-1 – забезпечує контроль рівня

13-2 – автоматичний показувальний і реєструвальний прилад

13-3 – прилад з дистанційною передачею

Контур 23:

14-1 – вимірювач температури на виході з дефлегматора

14-2 – пристрій для передачі сигналу на пульт керування

14-3 – прилад на пульті керування, показує, реєструє та сигналізує температуру, її верхні та нижні граничні значення

14-4 – автоматичний регулятор, регулює температуру на виході з дефлегматора

Контур 24:

14-5 – регулюючий клапан на трубопроводі пари на вході в дефлегматор

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 40 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Контур 25:

15-1 – вимірювач температури на виході з дефлегматора

15-2 – пристрій для передачі сигналу на пульт керування

15-3 – прилад на пульті керування, показує, реєструє та сигналізує температуру, її верхні та нижні граничні значення

15-4 – автоматичний регулятор, регулює температуру на виході з дефлегматора

Контур 26:

15-5 – регулюючий клапан на трубопроводі пари на вході в дефлегматор

Контур 27:

МП1 – магнітний пускач, за допомогою якого включається/виключається силове живлення 1-го електродвигуна

KO1 – кнопка відключення електродвигуна по місцю

SB1 – кнопка включення живлення 1-го електродвигуна

SB2 – кнопка відключення живлення 1-го електродвигуна

HL5 – сигналізуюча лампочка червоного кольору, показує, що живлення першого електродвигуна ввумкнено

HL6 – сингалізуюча лампочка зеленого кольору, показує, що живлення першого електродвигуна вимкнено

Контур 28:

МП2 – магнітний пускач, за допомогою якого включається/виключається силове живлення 2-го електродвигуна

KO2 – кнопка відключення електродвигуна по місцю

SB3 – кнопка включення живлення 2-го електродвигуна

SB4 – кнопка відключення живлення 2-го електродвигуна

HL7 – сигналізуюча лампочка червоного кольору, показує, що живлення другого електродвигуна ввімкнено

HL8 – сингалізуюча лампочка зеленого кольору, показує, що живлення другого електродвигуна вимкнено

5. РОЗРОБКА ВЕБ-СТОРІНКИ

5.1 Загальні відомості

Вебсторінка – інформаційний ресурс, доступний в мережі World Wide Web (Всесвітня павутина), який можна переглянути у веб-браузері. Зазвичай веб-сторінка записана в форматі HTML, XHTML. [11]

Hypertext Markup Language (HTML) – стандартна мова розмітки для створення веб-сторінок і веб-додатків. З Cascading Style Sheets (CSS) і JavaScript, вона утворює тріаду основних технологій для World Wide Web.[11]

CSS – спеціальна мова, що використовується для опису зовнішнього вигляду сторінок, написаних HTML, але формат CSS може застосовуватись до інших видів XML документів.[12]

Формат HTML розробив у 1990 році фізик Тім Бернерс-Лі. В 1993 році Спеціальна Комісія Інтернет-розробок (IETF) офіційно визнала HTML мовою для розробки веб-сторінок, опублікувавши першу специфікацію.[11]

На початку 1994 року, після того, як проекти «HTML» і «HTML+» втратили свою силу, IETF створив Робочу групу HTML (HTML Working Group). 1995 року Робоча група HTML завершила роботу над документом «HTML 2.0» (опублікований як RFC із номером 1866), першою специфікацією, що мала бути використана як базовий стандарт для подальших вдосконалень HTML. Версія 2.0 окреслювала чіткі відмінності між новим виданням специфікації та попередніми проектами.[11]

Подальші розробки під заступництвом IETF зіштовхнулися з конкуруючими інтересами. З 1996 року специфікації HTML затверджувались Консорціумом W3C, враховуючи доповнення до розмітки, що впроваджувалися компаніями-розробниками браузерів. Тим не менш, у 2000 році HTML стала міжнародним стандартом (ISO/IEC15445:2000).[11]

Остання специфікація HTML, опублікована W3C наприкінці 1999 року, має назву «HTML 4.01 Recommendation». Усі спірні питання та помилки цієї специфікації були офіційно визнані у списку друкарських помилок, опублікованому в 2001 році.[11]

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 42 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

В нашому випадку веб-сторінка була створена в форматі HTML з використанням допоміжної мови CSS. На веб-сторінці знаходиться інформація про процесу виробництва дихлоретану з хлору та етилену.

5.2 Опис веб-сторінки

На головній веб-сторінці (Рис 5.1) представлена інформація про автора веб-сторінки та керівника дипломного проекту.

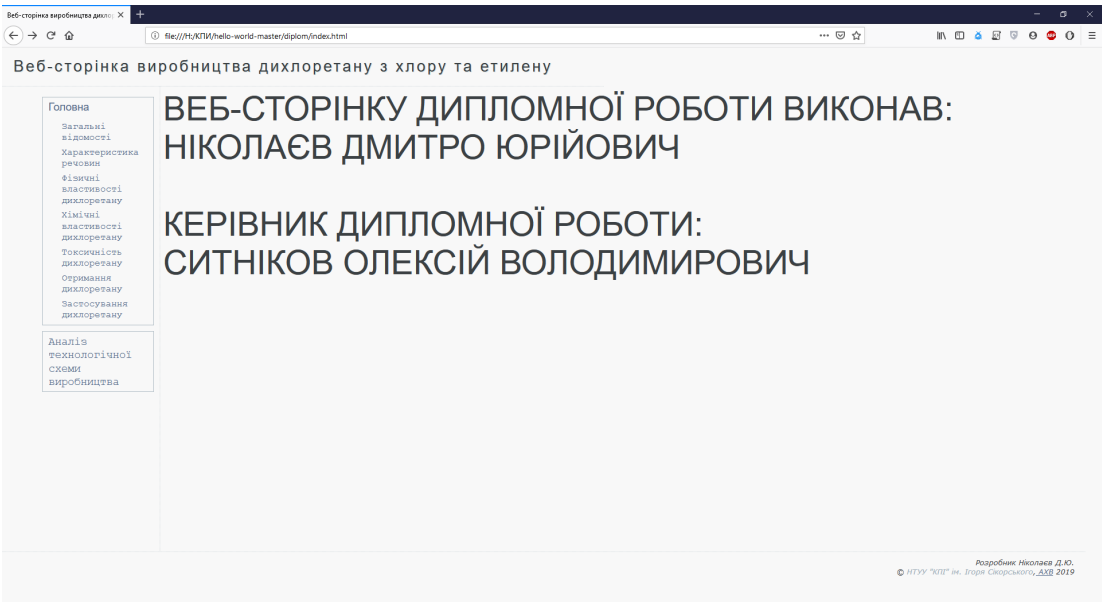


Рис 5.1 Головна веб-сторінка

На головній сторінці знаходиться навігаційний блок (Рис 5.2) в якому знаходять посилання на інформаційні веб-сторінки дипломної роботи

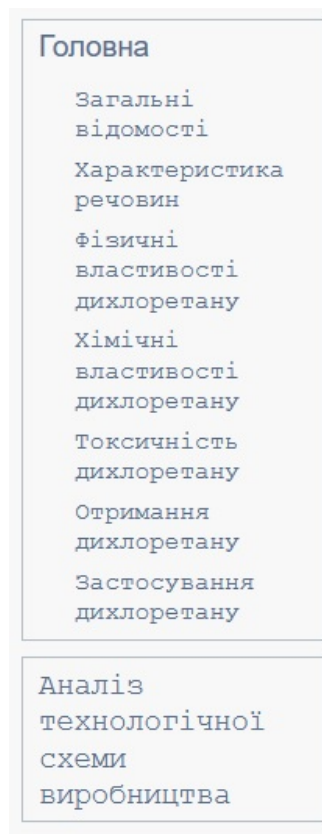


Рис 5.2 Блок навігації веб-сторінки

Також на головній сторінці є блок з інформацією про виконавця роботи та навчальний заклад. При натисканні на напис світло-сірого кольору «НТУУ «КПІ» ім. Ігоря Сікорського» у веб-браузері користувача в новому вікні відкриється сайт університету «крі.ua». А при натисканні на напис «АХВ» користувача перенаправить на сайт кафедри Автоматизації хімічних виробництв (Рис 5.3).



Рис 5.3 Інформаційних блок

Так виглядають сторінки за посиланнями в блоці навігації (Рис 5.4 – Рис. 5.12)

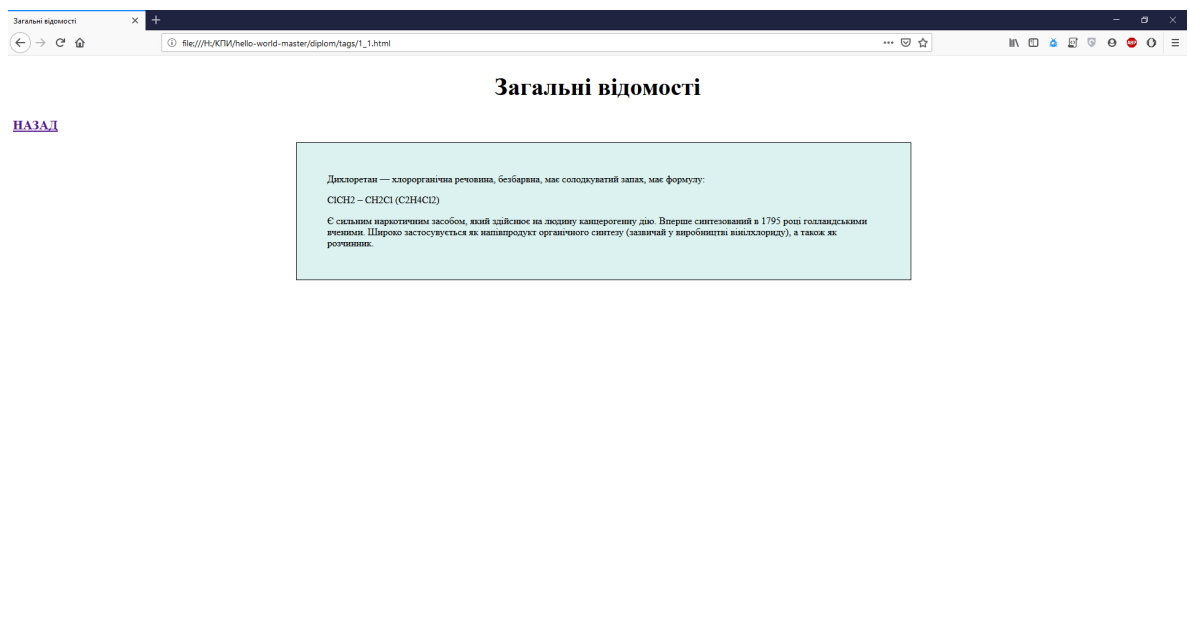


Рис 5.4 Сторінка «Загальні відомості»

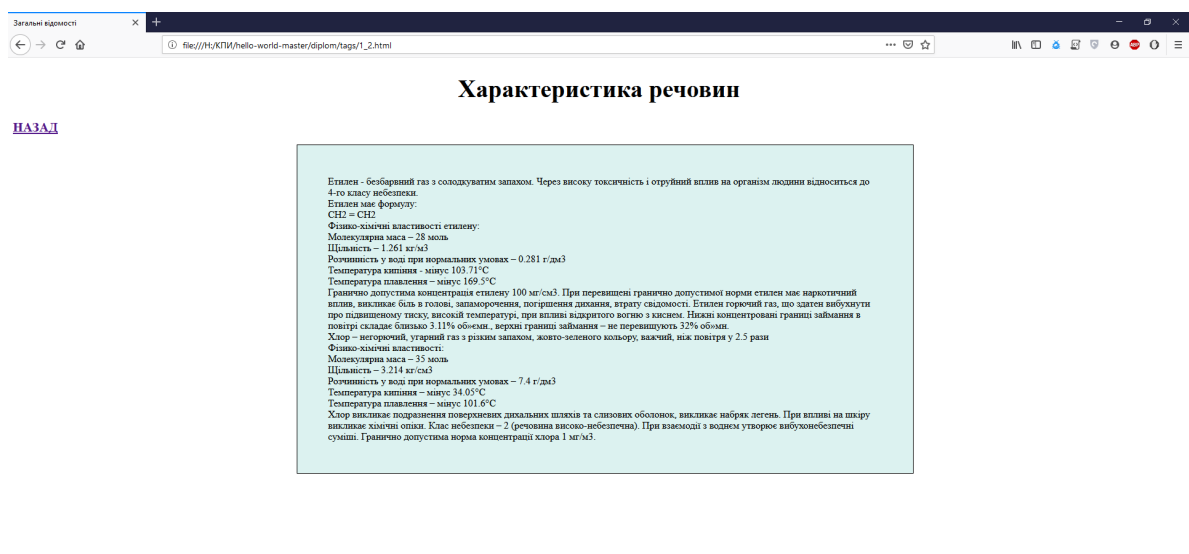


Рис 5.5 Сторінка «Характеристика речовин»

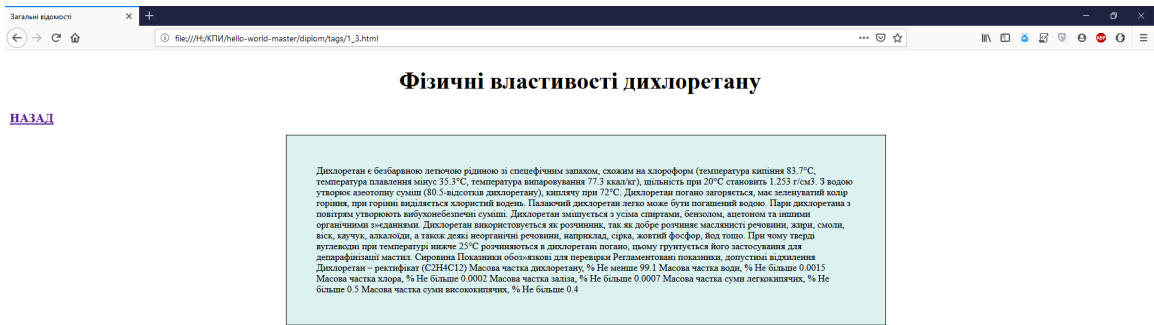


Рис 5.6 Сторінка «Фізичні властивості дихлоретану»

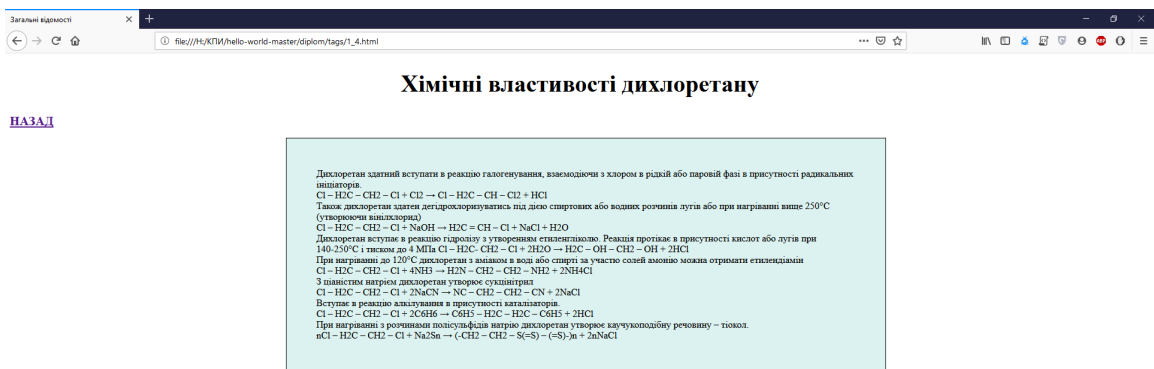


Рис 5.7 Сторінка «Хімічні властивості дихлоретану»

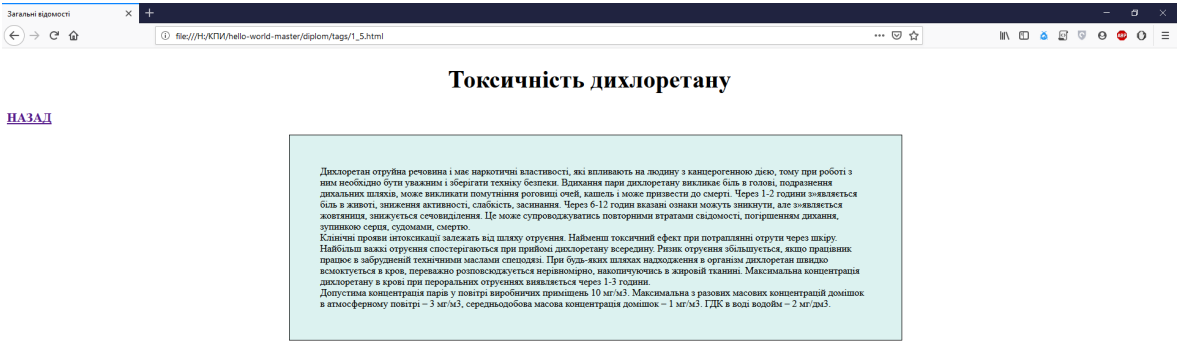


Рис 5.8 Сторінка «Токсичність дихлоретану»

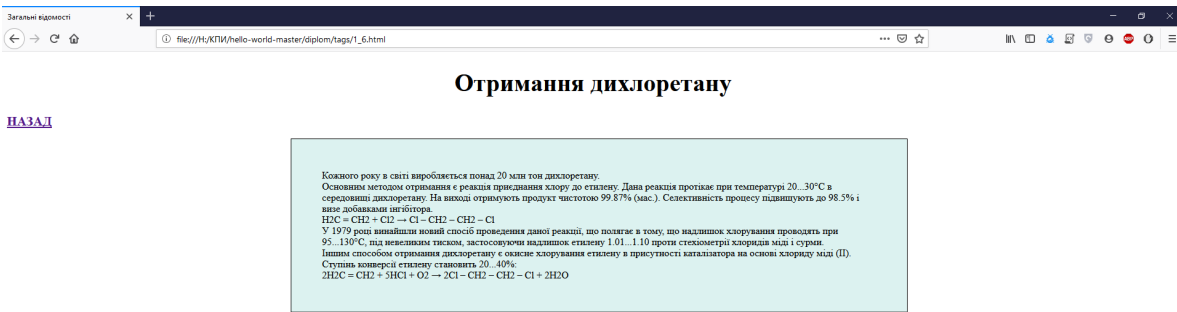


Рис 5.9 Сторінка «Отримання дихлоретану»

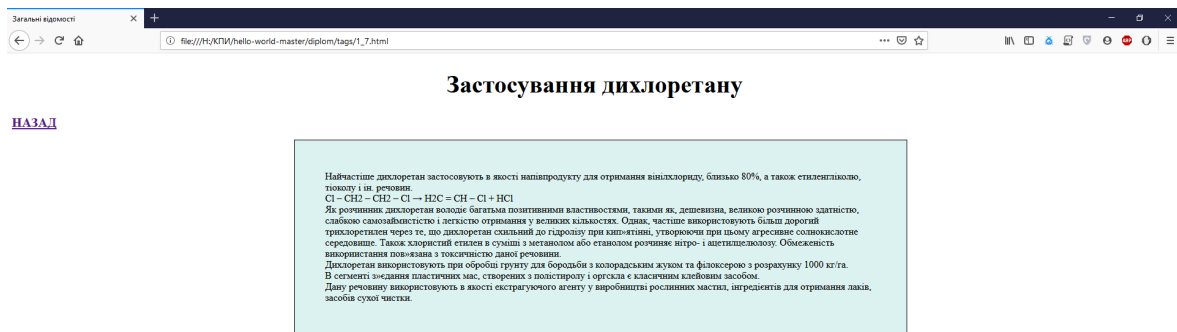


Рис 5.10 Сторінка «Застосування дихлоретану»

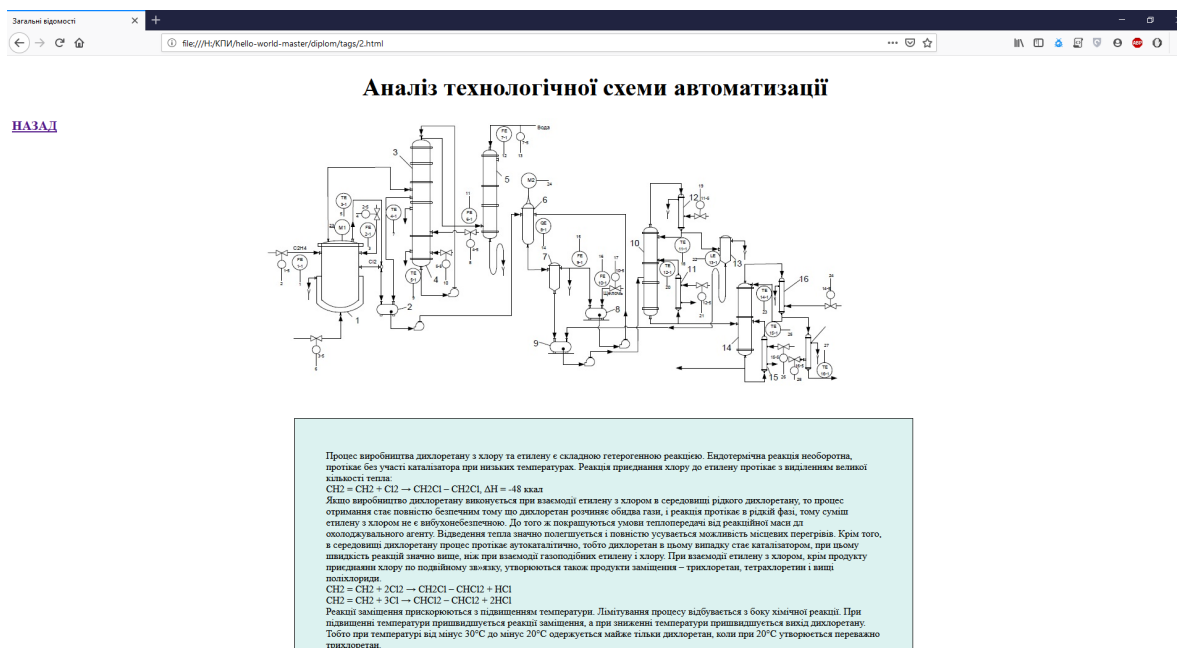


Рис 5.11 Сторінка «Аналіз технологічної схеми автоматизації»

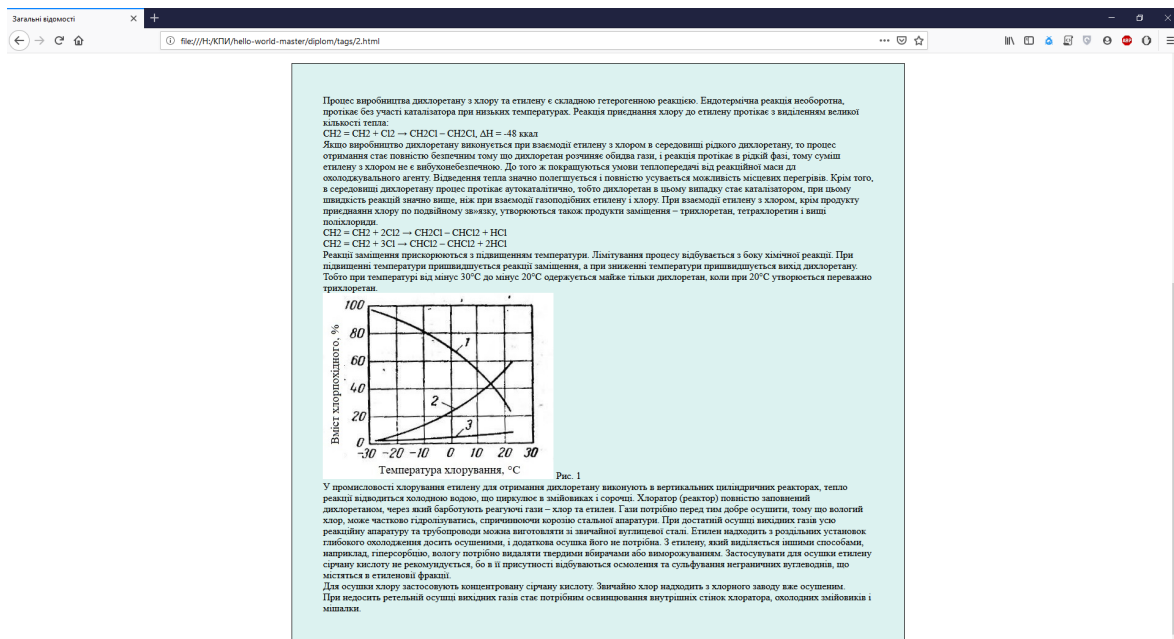


Рис 5.12 Сторінка «Аналіз технологічної схеми автоматизації»
продовження

На інформаційних сторінках також знаходиться кнопка-посилання на головну веб-сторінку.

Веб-сторінка має на меті інформування користувача про процес виробництва дихлоретану з хлору та етилену. Користувач зчитує інформацію через веб-браузери на ПК.

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ДП 5211.00.001 ПЗ

Арк.

49

6. Охорона праці

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності .

Завдання охорони праці – забезпечення безпечних, нешкідливих і сприятливих умов праці.

Охорона праці розглядається для етапу розробки алгоритмічного та інформаційного забезпечення для розв'язання задач оптимізації транспортних перевезень з використанням генетичних алгоритмів за допомогою ЕОМ.

Відповідно до теми дипломного проекту “Автоматизація процесу отримання дихлоретану з хлору та етилену” оператор знаходиться в приміщенні, яке містить одне робоче місце та має розміри: загальна площа – 11 м^2 та об'єм – 32 м^3 , що цілком відповідає нормам ДНАОП 0.00-1.31-99.

На робочому місці оператора наявні наступні шкідливі та небезпечні виробничі фактори:

- Повітря робочої зони
- Виробниче освітлення
- Шум та вібрації
- Пожежна безпека

Повітря робочої зони

За енерговитратами організму, проведення дослідницької роботи належить до категорії легких робіт «I а», тому що робота проводиться сидячи і супроводжується незначними фізичними напруженнями (витрати енергії при виконанні роботи не перевищують 90-120 ккал/год). Для цієї категорії встановлюється оптимальний температурний режим, вологість, швидкість повітря для даного приміщення згідно з хімічним складом формальдегіду в повітрі ГДК= $4\text{ м}^2/\text{м}^3$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 50 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Параметри мікроклімату окремо й у комплексі впливають на організм людини і його працездатність.

Відомо, що надлишкова вологість повітря негативно впливає на механізм терморегуляції організму. Особливо шкідливою є вологість повітря, яка перевищує 70—75 % за температури 30 °С і більше. За даними М. Є. Маршакова і В. Г. Давидова (1985), верхньою межею термальної рівноваги людини, що перебуває у стані спокою, є температура повітря 30—31 °С за відносної вологості 85 % або 40 °С градусів за відносної вологості 30 %. Ці межі змінюються при виконанні фізичної роботи.

Фізична робота в умовах підвищеної температури призводить до прискорення серцебиття, зниження артеріального тиску. За низької температури може статися переохолодження організму, що спричинить простудне захворювання.

Згідно з результатами досліджень людина є працездатною і нормально себе почуває, якщо температура навколишнього повітря не виходить за межі 18—20 °С, відносна вологість — 40—60 %, швидкість руху повітря — 0,1—0,2 м/с.

Висока температура послаблює організм, викликає млявість, а низька — сковує рухи, що при обслуговуванні машин спричиняє підвищену небезпеку травмування. За високої температури та вологості може статися перегрів тіла, навіть тепловий удар. Він може бути викликаний також інфрачервоним випромінюванням.

Теплові апарати, що використовуються на підприємствах, є джерелом інфрачервоного випромінювання. Останнє негативно впливає на функціональний стан нервової системи, викликає зміни у серцево-судинній

системі, негативно впливає на очі, викликає кон'юнктивіт, помутніння рогівки й таке професійне захворювання, як катаракта.

| Період року | Категорія робіт | Температура, t ⁰ C | Відносна вологість, % | Швидкість руху повітря, м/с |
|-------------|-----------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Холодний | Легка – І а | 22 - 24 | 40 - 60 | Не більше 0.1 |
| Теплий | Легка – І а | 23 - 25 | 40 - 60 | Не більше 0.1 |

Заходами, які забезпечують створення оптимальних мікрокліматичних умов на виробництві, є:

- механізація важких робіт у гарячих цехах;
 - застосування дистанційного управління тепловипромінювальними процесами і апаратами;
 - теплоізоляція гарячих поверхонь обладнання;
- застосування теплових повітряних завіс на вході до виробничих приміщень;
- вентиляція і кондиціювання повітря, регулювання вологості повітря.

Таблиця 1– Фактичні параметри мікроклімату

Відповідно до ДСН 3.3.6.042-93

Виробниче освітлення

Для створення комфортних умов зорової роботи дослідника застосовують природне і штучне освітлення, а також суміщене.

По характеру зорової роботи, робота відноситься до малої точності,

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 52 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

розряд зорової роботи III, підрозряд б, найменший розмір об'єкту розрізнення 0.3 – 0.5 мм. Для робіт III розряду використовується лише суміщене освітлення.

Раціональне освітлення приміщення сприяє кращому виконанню виробничого завдання і забезпеченню комфорту при роботі.

В кабінеті в темний період доби застосовується загальне штучне освітлення. Освітлення кабінету виконується з використанням люмінесцентних ламп ЛБ-40 білого світіння розташованих в ряд, стельових світильників, відповідно проекту приміщення з світловим потоком 2920 Лм. Кількість ламп ЛБ-40 дорівнює 50 шт. При цьому $E_{\text{факт}}=250$ Лк. $E_{\text{нор}}=200$ Лк. Освітлення приміщення відповідає нормам.

Для створення комфортних умов зорової роботи малої точності необхідні наступні дані по нормах освітлення, приведені в таблиці 2

Таблиця 2 – Характеристика освітлення для виробничого приміщення

| Точність зорових робіт | Мінімальний розмір об'єкту розрізнення, мм | Розряд зорових робіт | Характеристика типу форм | Контраст об'єкту з фоном | Підрозряд зорових робіт | Значення нормування при освітленні | | |
|------------------------|--|----------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------|---------------------|
| | | | | | | Суміщене, % | Штучному | |
| | | | | | | | Еміп, лк | Тип ламп |
| Середня | 0.3 – 0.5 | III | Темний | Середній | б | 1.08 | 200 | Люмінесцентні ЛБ-40 |

Всі дані, а саме: штучне, суміщене освітлення відповідають будівельним нормам ДНБ В.2.5-28-2006.

Шум та вібрації

Джерелами шуму є : трубопровід, система кондиціонування, реактори, сушарки та насоси.

Рівень шуму від систем кондиціонування та насосів становить $L = 90 - 100$ дБА.

Наближено дію шуму різних рівнів можна охарактеризувати наступним чином. Шум до 50 дБА зазвичай не чинить шкідливого впливу на людину в процесі її трудової діяльності. Шум у 50-60 дБА може мати психологічний вплив, що виявляється у погіршенні розумової діяльності, послабленні уваги, швидкості реакції, утрудненні роботи з масивами інформації тощо. При рівні шуму 65-90 дБА можливий його фізіологічний вплив: пульс пришвидшується, тиск крові зростає, судини звужуються, що погіршує постачання органів кров'ю. Дія шуму з рівнем 90 дБА і вище може призвести до функціональних порушень в органах та системах організму людини: знижується слухова чутливість, погіршується діяльність шлунку та кишківника, з'являється відчуття нудоти, головний біль, шум у вухах. При рівні шуму 120 дБА та вище здійснюється механічний вплив на орган слуху, що виявляється у порушенні зв'язків між окремими ділянками внутрішнього вуха; можливий навіть розрив барабанної перетинки. Такі високі рівні шуму впливають не лише на органи слуху, а й на весь організм. Звукові хвилі, проникаючи крізь шкіру, спричиняють механічні коливання тканин організму, внаслідок чого відбувається руйнування нервових клітин, розриви дрібних судин тощо.

Методи ослаблення шуму від джерел, розташованих усередині приміщень, дуже різноманітні і залежать від типу устаткування. Наприклад, знизити шум електричних машин можна:

1. усуненням неврівноваженості ротора, регулюванням підшипникових вузлів і щиткових контактів (для зменшення механічного шуму і вібрацій);

2. акустичною оптимізацією вентиляторів охолодження (наприклад, збільшенням зазорів, зменшенням діаметра гвинта й колової швидкості), зменшенням витрат охолоджуваного повітря і, нарешті, вирішенням проблеми охолодження без використання вентиляторів, завдяки чому знижується аеродинамічний шум;

3. усуненням асиметрій у магнітопроводах і обмотках, ослабленням інтенсивності перемінних радіальних магнітних сил низького порядку (для зменшення магнітного шуму і вібрації).

Фактичний рівень 55 дБА відповідно до ДСН 3.3.6.037 - 93

У випадку неможливості забезпечення колективного захисту робітників від впливу розглянутих факторів наведеними методами застосовуються засоби індивідуального захисту.

Засобами індивідуального захисту від шуму є протишумні шоломи, навушники і вкладиші. В цивільній авіації можуть бути рекомендовані наступні типи засобів індивідуального захисту:

- протишумні шоломи ШШЗ-65, ШШЛ-65, шолом-каска ВЦННІОТ-2М;

- протишумні навушники ВЦННІОТ-2;

протишумні вкладиші ФПОШ "Беруши".

Застосування вкладишів допустимо при рівнях звука не вище 100 дБА, навушників - 110 дБА, шоломів - 120 дБА.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 55 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

При рівнях шуму вище 120 дБА, коли потрібен тотальний захист тіла людини, рекомендується одягати, крім шоломів, шумозахисний комбінезон, пояс і черевики.

Пожежна безпека

В операторській при короткому замиканні може відбутися загорання кабелів, з виділенням диму та отруйних речовин.

Основними причинами виникнення пожежі можуть бути:

1. порушення елементарних правил пожежної безпеки;
2. несправність електроустаткування;
3. порушення електротехнічних правил.

Це виробництво за вибухопожежною та пожежною небезпекою належить до категорії В – пожежонебезпечні у відповідності з НАПБ Б 03.002-2007 [3], тому що в ньому знаходяться горючі та важкогорючі рідини, тверді горючі та важкогорючі речовини та матеріали (в тому числі пил і волокна), речовини та матеріали, здатні тільки горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним, за умови, що приміщення, в яких вони є в наявності або обертаються, не належать до категорій А і Б.

Ступінь вогнестійкості будівлі II згідно з ДБН В.1.1-7-2002, тому що стіни приміщення кабінету цегляні.

Приміщення відповідає класу пожежонебезпечної зони П-Па відповідно до ПУЭ-87 [4]. Клас П-Па – зона приміщень, в котрих є тверді або волокнисті горючі речовини. Горючий пил і волокна не виділяються.

Найбільш швидким та надійним засобом виявлення ознак займання та сигналізації про пожежу вважається автоматична установка пожежної сигналізації (АУПС), яка повинна працювати цілодобово. Принцип роботи АУПС полягає в наступному: при спрацюванні хоча б одного зі сповіщувачів

на приймально-контрольний прилад надходить сигнал "Пожежа".

Пожежні сповіщувачі полум'я

(ИП, ИП-П, ИП-ПБ) дозволяють швидко виявити джерело відкритого полум'я. Чутливий фотоелемент сповіщувача реєструє випромінювання полум'я в ультрафіолетовій чи інфрачервоній частинах спектра. Комбіновані сповіщувачі ІПК-1, ІПК-2, ІПК-3 контролюють відразу два чинника, що супроводжують пожежу: дим та температуру.

Пожежні сповіщувачі характеризуються: порогом спрацювання - найменшим значенням параметра, на який вони реагують; інерційністю - часом від початку дії чинника, що контролюється, до моменту спрацювання; захищеною площею - площею підлоги, яку контролює один сповіщувач. У табл. 3 наведені порівняльні характеристики сповіщувачів різних типів.

До засобів гасіння можна віднести:

Стаціонарний модульний порошковий вогнегасник САМ-3

Вогнегасник порошковий призначений для гасіння загорянь тліючих матеріалів, горючих рідин, газів і електроустановок, що знаходяться під напругою не більше 1000 В, на промислових підприємствах, складах зберігання горючих матеріалів, а також на транспортних засобах. Порошкові вогнегасники не призначені для гасіння загорянь речовин, горіння яких може відбуватися без доступу повітря (алюміній, магній та їх сплави, натрій, калій). Вогнегасник порошковий повинен експлуатуватися в умовах помірного клімату, категорії 2, тип атмосфери II по ГОСТ 15150-69 в діапазоні робочих температур від мінус 40 до плюс 50 ° С.

Порошковими вогнегасниками рекомендується обладнати легкові та

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 57 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

вантажні автомобілі, сільськогосподарську техніку, протипожежні щити на хімічних об'єктах, у гаражах, майстерень, офісах, готелях і квартирах. Не слід використовувати порошкові вогнегасники для гасіння обладнання, яке може вийти з ладу при попаданні порошку (ЕОМ, електронне обладнання, електромашини колекторного типу і т. Д).

Переносний вогнегасник вуглекислотний ОУ-3

В якості вогнегасної речовини застосовується діоксид вуглецю (CO₂), при переході вуглекислоти з рідкого стану в газоподібний відбувається збільшення її обсягу в 400-500 разів, супроводжуване різким охолодженням до температури -72 ° С і часткової кристалізацією.

Ефект вогнегасіння досягається двояко: зниженням температури вогнища загоряння нижче точки займання, і витісненням кисню із зони горіння негорючим вуглекислим газом.

Електробезпека

Електробезпека — система організаційних і технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливої і небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електричного поля і статичної електрики (ГОСТ 12.1.009176.ССБТ. Электробезопасность. Термины и определения).

Відповідно до ПУЕ робоче приміщення за небезпекою електротравм відноситься до приміщення без підвищеної небезпеки. У даному випадку в робочій зоні застосовується електромережа з напругою 380 В.

Виділяють три системи засобів і заходів забезпечення електробезпеки:

- система технічних засобів і заходів;
- система електрозахисних засобів;
- система організаційно-технічних заходів і засобів.

Технічні засоби і заходи з електробезпеки реалізуються в конструкції електроустановок при їх розробці, виготовленні і монтажі відповідно до чинних

нормативів. За своїми функціями технічні засоби і заходи забезпечення електробезпеки діляться на дві групи:

- технічні заходи і засоби забезпечення електробезпеки при нормальному режимі роботи електроустановок;
- технічні заходи і засоби забезпечення електробезпеки при аварійних режимах роботи електроустановок.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 59 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Висновки

В даній дипломній роботі, розглядався процес виробництва дихлоретану з хлору та етилену. Була виконана схема автоматизації процесу виробництва дихлоретану. Одним з основних технологічних об'єктів було розглянуто холодильник. Для холодильника було розроблено математичну модель, були побудовані статичні і динамічні характеристики.

За математичною моделлю проводилось налаштування регулятора. Далі було проведено перевірку системи на стійкість методом Гурвиця та способом перевірки на стійкість за розташуванням полюсів системи на комплексній площині.

Також було розроблено веб-сторінку з інформацією про процес виробництва дихлоретану з хлору та етилену.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 60 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Література

1. Юкельсон І.І. Технологія основного органічного синтезу. М.: «Хімія», 2008, 846 с.
2. Інформаційний ресурс um.co.ua/3/3-16/3-160652.html
3. Основные процессы и аппараты химической технологии: Касаткин А.Г. - Москва, 1988. - 832с;
4. Жученко А. І. Математичні моделі цифрових систем керування [Текст]: Навч. посібник / А. І. Жученко ; Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут". - К. : [б.в.], 1997. - 238 с.
5. Колесников А.Л. Технический анализ продуктов органического синтеза. М.: Высшая школа, 1966, 232 с.
6. Ляпунов А. М. Общая задача об устойчивости движения, Собр. соч., т. 2, М. – Л., 1956; Воронов А. А., Основы теории автоматического управления, т. 2, М. – Л., 1966; Наумов Б. Н., Теория нелинейных автоматических систем. Частотные методы, М., 1972; Основы автоматического управления, под ред. В. С. Пугачева, 3 изд., М., 1974.
7. Лукінюк М.В. Технологічні вимірювання та прилади : Навч. посіб. для курс. проектування. К.: "ПОЛІПАРНАС" , 2002. - 257с: іл.
8. Остапенко Ю.О. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів керування [Текст]: підручник/ Ю.О. Остапенко – К.: Задруга , 1999. – 424с.
9. Ткачук К. Н. Основы охраны труда: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний, Д.В. Зеркалов, Р.В. Сабарно, О.І. Полукаров, В.С. Коз'яков, Л.О. Мітюк. За ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського. – К.: Основа, 2006. – 448 с.
10. Інформаційний ресурс ela.kpi.ua/handle/123456789/27717
11. Інформаційний ресурс uk.wikipedia.org/wiki/HTML
12. Інформаційний ресурс uk.wikipedia.org/wiki/CSS

Додаток 1

| Позиція на схемі | Назва параметра | Середовище, місце відбору інформації | Граничне значення параметра | Місце монтажі | Назва та характеристика | Тип моделі | Кількість | Завод-виробник |
|---|-----------------|--------------------------------------|-----------------------------|---------------|---|-------------|-----------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| УСТАТКУВАННЯ та ПРИЛАДИ | | | | | | | | |
| 1-1 2-1 6-1 7-1 9-1 10-1 | Температура | Трубопровід | 60 °С | Трубопровід | Термоперетворювач опору мід-ний, НСХ 50М, діапазон вимірювання (-50)...150 °С, довжина монтажноі частини 800 мм; діаметр захисної арматури 6 мм; $P_y = 6,3$ МПа; інерційність 20 с; клас допуску В | ТСМ-1188-01 | 10 | НВО «Електротермія», м. Луцьк |
| 1-3 2-3 6-3 7-3 9-3 10-3 | ___ " ___ | ___ " ___ | ___ " ___ | Щит керування | Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад; вхідні сигнали: ТП НСХ В, К, L, S та ТО НСХ 50П, 100П, 50М, 100М | ДИСК-250 | 10 | ЗАТ «Промислова група „Метран”», м. Челябінськ |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП.ЛА52.11.00.000 | Арк. |
| | | | | | | 1 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Додаток 1

| Позиція на схемі | Назва параметра | Середовище, місце відбору інформації | Граничне значення параметра | Місце монтажі | Назва та характеристика | Тип моделі | Кількість | Завод-виробник |
|---|-----------------|--------------------------------------|-----------------------------|---------------|--|----------------------------|-----------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 3-1 4-1 5-1 11-1 12-1 | ___ " ___ | Трубопровід | 4 МПа | Трубопровід | Діафрагма камерна | ДФК | 5 | «Промтехнології» м. Самара |
| 3-3 4-3 5-3 11-3 12-3 | ___ " ___ | ___ " ___ | ___ " ___ | Щит керування | Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад; вхідні сигнали: ТП НСХ В, К, L, S та ТО НСХ 50П, 100П, 50М, 100М | ДИСК-250 | 5 | ЗАТ «Промислова група „Метран”», м. Челябінськ |
| 3-2 4-2 5-2 11-2 12-2 | ___ " ___ | ___ " ___ | ___ " ___ | Трубопровід | Вимірювальний перетворювач різниці тисків; вхідний сигнал: сигнал лінійної залежності взаємної індуктивності | ДМ-3583М | 5 | ЗАТ «Промприбор», м. Харків |
| 1-2 2-2 6-2 7-2 9-2 10-2 | Витрата | ___ " ___ | ___ " ___ | Трубопровід | витратомір ВЗЛЕТ ЭР | (ЭРСВ-4х0Л (Ф),- 5х0Л (Ф)) | 5 | ЗАО «ВЗЛЕТ» м. Санкт-Петербург |

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ДП.ЛА52.11.00.000

Арк.

2

Додаток 2.

ЛІСТИНГ ВЕБ-СТОРІНКИ

Лістинг головної сторінки:

```
<!DOCTYPE html>

<HTML>

<HEAD>

<META HTTP-EQUIV="Content-Type"CONTENT="text/html; charset=utf-
8">

<TITLE>Веб-сторінка виробництва дихлоретану з хлору та
етилену</TITLE>

<link rel="stylesheet" href="main.css" type="text/css">

</HEAD>

<BODY>

<div id="cheader">

<H1>Веб-сторінка виробництва дихлоретану з хлору та етилену</H1>

</div>

<div id="cnavbar">

<ul id="navbar">

<li><A HREF="index.html">Головна</A>

<ul>

<li><CODE><A HREF="tags/1_1.html">Загальні
відомості</A></CODE> <br> </li>

<li><CODE><A HREF="tags/1_2.html">Характеристика
речовин</A></CODE><br></li>
```

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 8 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

`<CODE>Фізичні властивості
дихлоретану</CODE>
`

`<CODE>Хімічні властивості
дихлоретану</CODE>
`

`<CODE>Токсичність
дихлоретану</CODE>
`

`<CODE>Отримання
дихлоретану</CODE>
`

`<CODE>Застосування
дихлоретану</CODE>`

`<CODE>Аналіз технологічної схеми
виробництва</CODE>`

``

`</div>`

`<div id="cmain">`

Веб-сторінку дипломної роботи виконав:

Ніколаєв Дмитро Юрійович

Керівник дипломної роботи:

Ситніков Олексій Володимирович

`</P>`

`</div>`

`<div id="ccopyright">`

`<ADDRESS>`Розробник Ніколаєв Д.Ю. `
©`

``НТУУ "КПІ" ім. Ігоря
Сікорського``,`` АХВ``,
2019`</ADDRESS>`

`</div>`

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 9 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

</BODY>

</HTML>

Лістинг веб-сторінки «Загальні відомості»

<!DOCTYPE html>

<HTML>

<META HTTP-EQUIV="Content-Type"CONTENT="text/html; charset=utf-8"></META>

<TITLE> Загальні відомості</TITLE>

<link rel="stylesheet" href="text.css" type="text/css">

</HEAD>

<BODY>

<H1>Загальні відомості</H1>

<div id="back"> Назад</div>

<div id="maintext"> Дихлоретан — хлорорганічна речовина, безбарвна, має солодкуватий запах, має формулу:

<p text-align: center> ClCH₂ – CH₂Cl (C₂H₄Cl₂)</p>

Є сильним наркотичним засобом, який здійснює на людину канцерогенну дію. Вперше синтезований в 1795 році голландськими вченими. Широко застосовується як напівпродукт органічного синтезу (зазвичай у виробництві вінілхлориду), а також як розчинник.

</div>

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 10 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

</BODY>

</HTML>

Лістинг веб-сторінки «Характеристика речовин»

<!DOCTYPE html>

<HTML>

<META HTTP-EQUIV="Content-Type"CONTENT="text/html; charset=utf-8"></META>

<TITLE> Загальні відомості</TITLE>

<link rel="stylesheet" href="text.css" type="text/css">

</HEAD>

<BODY>

<H1>Характеристика речовин</H1>

<div id="back"> Назад</div>

<div id="maintext"> Етилен - безбарвний газ з солодкуватим запахом. Через високу токсичність і отруйний вплив на організм людини відноситься до 4-го класу небезпеки.

Етилен має формулу:

$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$

Фізико-хімічні властивості етилену:

Молекулярна маса – 28 моль

Щільність – 1.261 кг/м³

Розчинність у воді при нормальних умовах – 0.281 г/дм³

Температура кипіння - мінус 103.71°C

Температура плавлення – мінус 169.5°C

Гранично допустима концентрація етилену 100 мг/см³. При перевищенні гранично допустимої норми етилен має наркотичний вплив, викликає біль в голові, запаморочення, погіршення дихання, втрату свідомості. Етилен горючий газ, що здатен вибухнути при підвищеному тиску, високій

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 11 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

температурі, при впливі відкритого вогню з киснем. Нижні концентровані границі займання в повітрі складає близько 3.11% об'ємн., верхні границі займання – не перевищують 32% об'ємн.

Хлор – негорючий, угарний газ з різким запахом, жовто-зеленого кольору, важчий, ніж повітря у 2.5 рази

Фізико-хімічні властивості:

Молекулярна маса – 35 моль

Щільність – 3.214 кг/см³

Розчинність у воді при нормальних умовах – 7.4 г/дм³

Температура кипіння – мінус 34.05°C

Температура плавлення – мінус 101.6°C

Хлор викликає подразнення поверхневих дихальних шляхів та слизових оболонок, викликає набряк легень. При впливі на шкіру викликає хімічні опіки. Клас небезпеки – 2 (речовина високо-небезпечна). При взаємодії з воднем утворює вибухонебезпечні суміші. Гранично допустима норма концентрації хлора 1 мг/м³.

Лістинг веб-сторінки «Фізичні властивості дихлоретану»

<!DOCTYPE html>

<HTML>

<META HTTP-EQUIV="Content-Type"CONTENT="text/html; charset=utf-8"></META>

<TITLE> Загальні відомості</TITLE>

<link rel="stylesheet" href="text.css" type="text/css">

</HEAD>

<BODY>

<H1>Фізичні властивості дихлоретану </H1>

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 12 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

[Назад](#)

Дихлоретан є безбарвною летючою рідиною зі специфічним запахом, схожим на хлороформ (температура кипіння 83.7°C, температура плавлення мінус 35.3°C, температура випаровування 77.3 ккал/кг), щільність при 20°C становить 1.253 г/см³.

З водою утворює азеотопну суміш (80.5-відсотків дихлоретану), киплячу при 72°C. Дихлоретан погано загоряється, має зеленуватий колір горіння, при горінні виділяється хлористий водень. Палаючий дихлоретан легко може бути погашений водою. Пари дихлоретана з повітрям утворюють вибухонебезпечні суміші.

Дихлоретан змішується з усіма спиртами, бензолом, ацетоном та іншими органічними з'єднаннями. Дихлоретан використовується як розчинник, так як добре розчиняє маслянисті речовини, жири, смоли, віск, каучук, алкалоїди, а також деякі неорганічні речовини, наприклад, сірка, жовтий фосфор, йод тощо. При чому тверді вуглеводні при температурі нижче 25°C розчиняються в дихлоретані погано, цьому ґрунтується його застосування для депарафінації мастил.

Сировина Показники обозначені для перевірки Регламентовані показники, допустимі відхилення

Дихлоретан – ректифікат (C₂H₄Cl₂) Масова частка дихлоретану, %
Не менше 99.1

Масова частка води, % Не більше 0.0015

Масова частка хлора, % Не більше 0.0002

Масова частка заліза, % Не більше 0.0007

Масова частка суми легкокипячих, % Не більше 0.5

Масова частка суми висококипячих, % Не більше 0.4

</BODY>

</HTML>

Лістинг веб-сторінки «Хімічні властивості дихлоретану»

<!DOCTYPE html>

<HTML>

<META HTTP-EQUIV="Content-Type"CONTENT="text/html; charset=utf-8"></META>

<TITLE> Загальні відомості</TITLE>

<link rel="stylesheet" href="text.css" type="text/css">

</HEAD>

<BODY>

<H1>Хімічні властивості дихлоретану </H1>

<div id="back"> Назад</div>

<div id="maintext"> Дихлоретан здатний вступати в реакцію галогенування, взаємодіючи з хлором в рідкій або паровій фазі в присутності радикальних ініціаторів.

$$\text{Cl} - \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 - \text{Cl} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Cl} - \text{H}_2\text{C} - \text{CH} - \text{Cl}_2 + \text{HCl}$$

Також дихлоретан здатен дегідрохлоризуватись під дією спиртових або водних розчинів лугів або при нагріванні вище 250°C (утворюючи вінілхлорид)

$$\text{Cl} - \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 - \text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{C} = \text{CH} - \text{Cl} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$$

Дихлоретан вступає в реакцію гідролізу з утворенням етиленгліколю. Реакція протікає в присутності кислот або лугів при 140-250°C і тиском до 4 МПа

$$\text{Cl} - \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 - \text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{C} - \text{OH} - \text{CH}_2 - \text{OH} + 2\text{HCl}$$

При нагріванні до 120°C дихлоретан з аміаком в воді або спирті за участю солей амонію можна отримати етилендіамін

$$\text{Cl} - \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 - \text{Cl} + 4\text{NH}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{N} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl}$$

З ціаністим натрієм дихлоретан утворює сукцінітрил

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 14 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$\text{Cl} - \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 - \text{Cl} + 2\text{NaCN} \rightarrow \text{NC} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CN} + 2\text{NaCl}$

Вступає в реакцію алкілювання в присутності каталізаторів.

$\text{Cl} - \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 - \text{Cl} + 2\text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5 - \text{H}_2\text{C} - \text{H}_2\text{C} - \text{C}_6\text{H}_5 + 2\text{HCl}$

При нагріванні з розчинами полісульфідів натрію дихлоретан утворює каучукоподібну речовину – тіокол.

$n\text{Cl} - \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_2 - \text{Cl} + \text{Na}_2\text{Sn} \rightarrow (-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{S}(=\text{S}) - (\text{S})-)n + 2n\text{NaCl}$

Лістинг веб-сторінки «Токсичність дихлоретану»

дихлоретану викликає біль в голові, подразнення дихальних шляхів, може викликати помутніння роговиці очей, кашель і може призвести до смерті. Через 1-2 години з'являється біль в животі, зниження активності, слабкість, засинання. Через 6-12 годин вказані ознаки можуть зникнути, але з'являється жовтяниця, знижується сечовиділення. Це може супроводжуватись повторними втратами свідомості, погіршенням дихання, зупинкою серця, судомами, смертю.

Клінічні прояви інтоксикації залежать від шляху отруєння. Найменш токсичний ефект при потраплянні отрути через шкіру. Найбільш важкі отруєння спостерігаються при прийомі дихлоретану всередину. Ризик отруєння збільшується, якщо працівник працює в забрудненій технічними маслами спецодязі. При будь-яких шляхах надходження в організм дихлоретан швидко всмоктується в кров, переважно розповсюджується нерівномірно, накопичуючись в жировій тканині. Максимальна концентрація дихлоретану в крові при пероральних отруєннях виявляється через 1-3 години.

Допустима концентрація парів у повітрі виробничих приміщень 10 мг/м³. Максимальна з разових масових концентрацій домішок в атмосферному повітрі – 3 мг/м³, середньодобова масова концентрація домішок – 1 мг/м³. ГДК в воді водойм – 2 мг/дм³.

</div>

</BODY>

</HTML>

Лістинг веб-сторінки «Отримання дихлоретану»

<!DOCTYPE html>

<HTML>

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 16 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

<META HTTP-EQUIV="Content-Type"CONTENT="text/html; charset=utf-8"></META>

<TITLE> Загальні відомості</TITLE>

<link rel="stylesheet" href="text.css" type="text/css">

</HEAD>

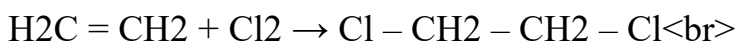
<BODY>

<H1>Отримання дихлоретану </H1>

<div id="back"> Назад</div>

<div id="maintext"> Кожного року в світі виробляється понад 20 млн тон дихлоретану.

Основним методом отримання є реакція приєднання хлору до етилену. Дана реакція протікає при температурі 20...30°C в середовищі дихлоретану. На виході отримують продукт чистотою 99.87% (мас.). Селективність процесу підвищують до 98.5% і визе добавками інгібітора.



У 1979 році винайшли новий спосіб проведення даної реакції, що полягає в тому, що надлишок хлорування проводять при 95...130°C, під невеликим тиском, застосовуючи надлишок етилену 1.01...1.10 проти стехіометрії хлоридів міді і сурми.

Іншим способом отримання дихлоретану є окисне хлорування етилену в присутності каталізатора на основі хлориду міді (II). Ступінь конверсії етилену становить 20...40%:



</div>

</BODY>

</HTML>

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 17 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Літсинг веб-сторінки «Застосування дихлоретану»

<!DOCTYPE html>

<HTML>

<META HTTP-EQUIV="Content-Type"CONTENT="text/html; charset=utf-8"></META>

<TITLE> Загальні відомості</TITLE>

<link rel="stylesheet" href="text.css" type="text/css">

</HEAD>

<BODY>

<H1>Застосування дихлоретану </H1>

<div id="back"> Назад</div>

<div id="maintext"> Найчастіше дихлоретан застосовують в якості напівпродукту для отримання вінілхлориду, близько 80%, а також етиленгліколю, тіоколу і ін. речовин.

$$\text{Cl} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{Cl} \rightarrow \text{H}_2\text{C} = \text{CH} - \text{Cl} + \text{HCl}$$

Як розчинник дихлоретан володіє багатьма позитивними властивостями, такими як, дешевизна, великою розчинною здатністю, слабкою самозаймистістю і легкістю отримання у великих кількостях. Однак, частіше використовують більш дорогий трихлоретилен через те, що дихлоретан схильний до гідролізу при кип'ятінні, утворюючи при цьому агресивне солнокислотне середовище. Також хлористий етилен в суміші з метанолом або етанолом розчиняє нітро- і ацетилцелюлозу. Обмеженість викориистання пов'язана з токсичністю даної речовини.

Дихлоретан використовують при обробці ґрунту для бородьби з колорадським жуком та філоксерою з розрахунку 1000 кг/га.

В сегменті з'єднання пластичних мас, створених з полістиролу і оргскла є класичним клейовим засобом.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 18 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Дану речовину використовують в якості екстрагуючого агенту у виробництві рослинних мастил, інгредієнтів для отримання лаків, засобів сухої чистки.

</div>

</BODY>

</HTML>

Лістинг веб-сторінки «Аналіз технологічної схеми виробництва»

<!DOCTYPE html>

<HTML>

<META HTTP-EQUIV="Content-Type"CONTENT="text/html; charset=utf-8"></META>

<TITLE> Загальні відомості</TITLE>

<link rel="stylesheet" href="text.css" type="text/css">

</HEAD>

<BODY>

<H1>Аналіз технологічної схеми автоматизації </H1>

<div id="back"> Назад</div>

<div><A> </div>

<div id="maintext"> Процес виробництва дихлоретану з хлору та етилену є складною гетерогенною реакцією. Ендотермічна реакція необоротна, протікає без участі каталізатора при низьких температурах. Реакція приєднання хлору до етилену протікає з виділенням великої кількості тепла:

$$\text{CH}_2 = \text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Cl} - \text{CH}_2\text{Cl}, \quad \Delta H = -48 \text{ ккал}$$

Якщо виробництво дихлоретану виконується при взаємодії етилену з хлором в середовищі рідкого дихлоретану, то процес отримання стає повністю безпечним тому що дихлоретан розчиняє обидва газу, і реакція протікає в рідкій

фазі, тому суміш етилену з хлором не є вибухонебезпечною. До того ж покращуються умови теплопередачі від реакційної маси до охолоджувального агенту. Відведення тепла значно полегшується і повністю усувається можливість місцевих перегрівів. Крім того, в середовищі дихлоретану процес протікає аутокаталітично, тобто дихлоретан в цьому випадку стає каталізатором, при цьому швидкість реакцій значно вище, ніж при взаємодії газоподібних етилену і хлору. При взаємодії етилену з хлором, крім продукту приєднання хлору по подвійному зв'язку, утворюються також продукти заміщення – трихлоретан, тетрахлоретин і вищі поліхлориди.



Реакції заміщення прискорюються з підвищенням температури. Лімітування процесу відбувається з боку хімічної реакції. При підвищенні температури пришвидшується реакції заміщення, а при зниженні температури пришвидшується вихід дихлоретану. Тобто при температурі від мінус 30°C до мінус 20°C одержується майже тільки дихлоретан, коли при 20°C утворюється переважно трихлоретан.

<A>

Рис. 1

У промисловості хлорування етилену для отримання дихлоретану виконують в вертикальних циліндричних реакторах, тепло реакції відводиться холодною водою, що циркулює в змійовиках і сорочці. Хлоратор (реактор) повністю заповнений дихлоретаном, через який барботують реагуючі гази – хлор та етилен. Гази потрібно перед тим добре осушити, тому що вологий хлор, може частково гідролізуватись, спричиняючи корозію сталльної апаратури. При

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 20 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

достатній осушці вихідних газів усю реакційну апаратуру та трубопроводи можна виготовляти зі звичайної вуглицевої сталі. Етилен надходить з роздільних установок глибокого охолодження досить осушеними, і додаткова осушка його не потрібна. З етилену, який виділяється іншими способами, наприклад, гіперсорбцію, вологу потрібно видаляти твердими вбирачами або виморожуванням. Застосовувати для осушки етилену сірчану кислоту не рекомендується, бо в її присутності відбуваються осмолення та сульфування неграницних вуглеводнів, що містяться в етиленовії фракції.
 Для осушки хлору застосовують концентровану сірчану кислоту. Звичайно хлор надходить з хлорного заводу вже осушеним.

При недосить ретельній осушці вихідних газів стає потрібним освинцювання внутрішніх стінок хлоратора, охолодних змішувиків і мішалки.

</div>

</BODY>

</HTML>

Лістинг CSS-стилів для головної веб-сторінки

```
body {  
    color: #3B4043; background-color: #F8F8F8; font-family: Verdana, Arial,  
    sans-serif; margin: 0px  
}  
p {  
    font-size: 12pt; text-align: justify;  
}  
h1, h2, h6 {
```

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ДП 5211.00.001 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 21 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

font-weight: normal; font-family: Arial, sans-serif; letter-spacing: 1mm; text-shadow: #CDD9DB 1px 1px

}

h1 {

font-size: 20pt

}

h2 {

font-size: 18pt

}

h6 {

font-size: 12pt

}

table {

font-size: 10pt

}

blockquote p, address {

font-size: 10pt; font-style: italic;

}

address {

text-align: right;

}

UL {

list-style-type: circle;

}

table {

font-size: 10pt; margin: 10px 0px; border: thin solid #b1bec6; border-collapse: collapse;

}

td, th {


```

padding: 2px; border: thin dotted #b1bec6
}
caption{
text-align: left
}

#navbar {
font-family: Arial, sans-serif;
font-size: 14pt;
text-transform: uppercase;
list-style-type: none;
}
#cnavbar {
width: 265px; height: 570px; float: left; margin-right: 10px;
}
#header {
width: 1010px; padding: 0 20px; border-bottom: thin dotted #B1BEC6
}
#cmain {
font-family: Arial, sans-serif; font-size: 44pt; text-transform: uppercase;
width: 1530px; float: left; height: 800px; overflow: auto; padding: 5px; border-left:
thin dotted #B1BEC6
}
#ccopyright {
width: 1850px; clear: both; padding: 10px 20px 0 20px; border-top: thin
dotted #B1BEC6
}
#navbar {
font-family: Arial, sans-serif; font-size: 14pt; text-transform: none; list-style-
type: none; margin-left: 30px

```

```

}
#navbar LI {
    padding: 5px 10px; margin: 10px 0px; border: thin solid #B1BEC6; cursor:
pointer
}
#navbar LI UL {
    list-style-type: none; margin-left: -20px; margin-top: 10px;
}
#navbar LI UL LI {
    font-size: 12pt; padding: 2px; margin: 0px 0px; border: thin solid #f8f8f8;
cursor: pointer
}
dfn {
    outline: thin dotted #b1bec6
}
a:link {
    color: #576c8c; text-decoration: none
}
a:visited {
    color: #a1afba; text-decoration: none
}
a:focus , a:hover, a:active {
    color: #576c8c; text-decoration: underline
}
#navbar A:link, #navbar a:visited {
    color: #576c8c; text-decoration: none
}
#navbar a:focus, #navbar a:hover, #navbar a:active {
    color: #576c8c; text-decoration: underline
}

```

```
#cmain > /* P:first-child:first-letter*/ {
    font-size: 84pt; font-weight: bold
}
table-html-version td:firs-child,table-html-version td:nth-child(2) {
    text-align: center
}
```

Лістинг CSS-стилів для другорядних веб-сторінок

```
h1 {
    font-size: 30pt; text-align: center;
}
#back {
    width: 20%; height: 570px; float: left; margin-right: 10px; font-size: 16pt;
font-weight: bold; text-transform: uppercase;
}

#maintext {
    width: 900px;
    background: #dcf2f0;
    padding: 50px;
    border: solid 1px black;
    float: left;
    position: relative;
    top: 40px;
    left: 70px;
}
```